١٣ عيد ابراهيم



وزارة الصناعة والبترول والثروة المعدنية
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

تكنولوجيا كهرباء الالات
للسنة الثالثة

تأليف :
مهندسة / نادية عبده الحديدى

مراجعة :
مهندس / محمد السعيد فهمى

١٩٨٦



وزارة الصناعة والبترول والثروة المعدنية

مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

تكنولوجيا كهرباء الات
للسنة الثالثة

تاليف :

مهندسة / نادية عبده الحديدى

مراجعة :

مهندس / محمد السعيد فهمى

بسم الله الرحمن الرحيم

مقـــدمة

منذ أنشأت مصلحة الكفاية الانتاجية والتدريب المهـنى حتى الآن لم يصدر كتـاب دراسى خـاص بمنهج تكنولوجيـا كهربائى آلات للسنة الثالثة بمراكز التدريب ٠

وقد كلفت بتأليف هذا الكتاب بقرار من السيد المهندس رئيس المصلحة ٠ واننى اذ قمت باتجار هذا الـكتاب أتقـدم للتلاميذ الصناعيين تخصص كهربائى آلات ليكون لهم دليل فى حياتهم العمليـة حيث يحتوى الكتـاب على النظرية بجـانب التطبيق العملى ومحتويات الكتاب تشمل آلات التيار المستمر والمتغير ٠

والله الموفق

المؤلف

مهندسة / نادية عبده سعد الحديدى

مهندسة / امادية عبده سعد الحديدى



الباب الأول

آلات التيار المستمر

أولا : فكرة عامة :

تعمل آلات التيار المستمر كمولد أو محرك فعندما تستخدم كمولد للتيار المستمر فانها تمثل منبع للتيار المستمر كما فى مجموعة محرك مولد المستخدمة فى اللحام ٠

أما اذا استخدمت آلة التيار المستمر كمحرك فأنها تجد تطبيقات فى الأغراض المختلفة سنذكرها عند الكلام عن المحركات ، ورغم أن محركات التيار المستمر تعتبر أكثر تعقيدا وأغلى تكلفة من المحركات اللاتزامنية (الحشية) للتيار المتغير ثلاثى الأوجه الا أنها تتميز عنها حيث يمكن تنظيم سرعة محركات التيار المستمر بمعنى أنه يمكن ضبط سرعة العضو الدوار (عضو الاستنتاج) فى حدود واسعة لذلك فان محركات التيار المستمر تستخدم فى القطارات الكهربائية وفى الأوناش وفى ادارة الدرافيل المستخدمة فى سحب المعادن ٠

ثانيا : التركيب :

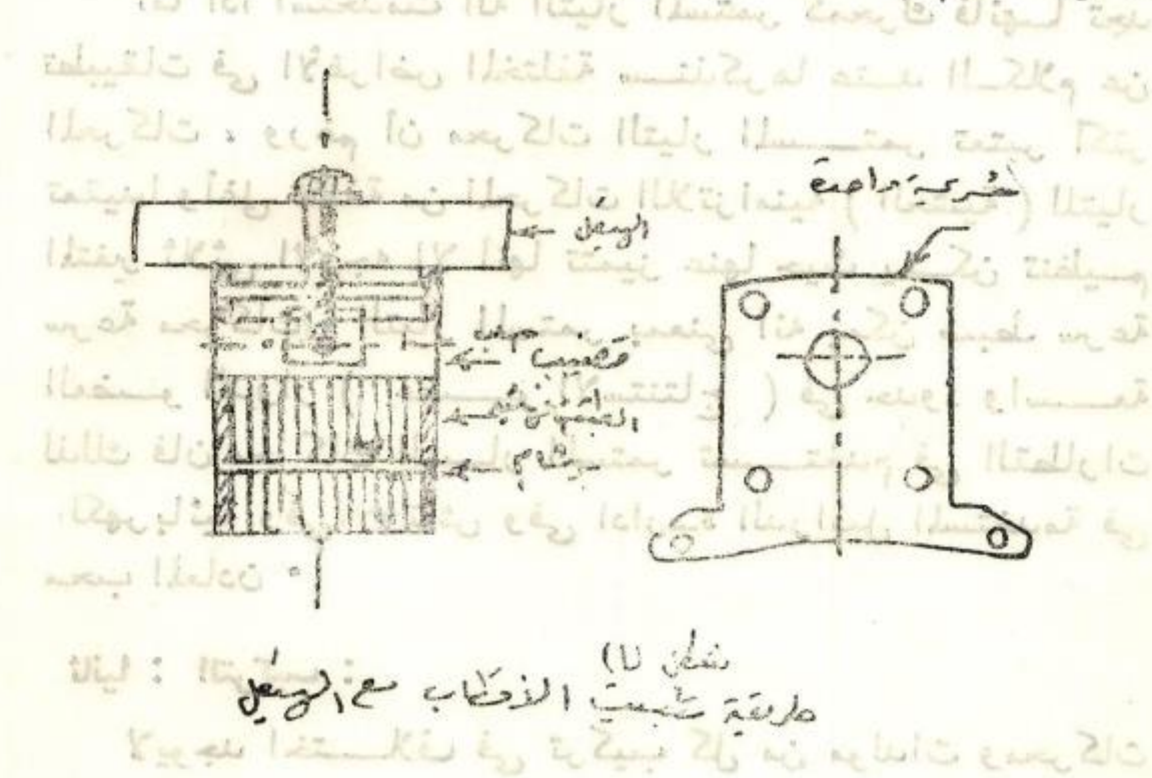
لايوجد اختلاف فى تركيب كل من مولدات ومحركات التيار المستمر وفى الحقيقة الفرق الوحيد هو أنه فى حالة المولد فان القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى ملفات الاستنتاج (ق ٠ د ٠ ك) تكون أكبر من فرق الجهد بين أطراف المولد (جـ) بينما فى حالة المحرك فان (ق ٠ د ٠ ك) تكون أقل من فرق الجهد بين أطراف المحرك ٠

والاجزاء الأساسية فى تركيب آلة التيار المستمر هى :

١ ــ اليهكل أو الاطار ويصنع من صلب مصبوب أو من شرائح صلب طرى ٠

٢ ـ الأقطاب الرئيسية كل قطب رئيسى يتكون من شرائح من الصلب الكهربى تبرشم مع بعضها وتثبت بمسامير ربط مع الهيكل كما فى شكل (١) وحيث أن الأقطاب المغناطيسية تكون ثابتة (تمثل العضو الثابت) فانه يستخدم ملف واحد لكل قطب •

وفى الماكينات الكبيرة تصنع أطراف الأقطاب من الشرائح وعلى العموم هذه الأقطاب تعتبر أقطاب بارزة •



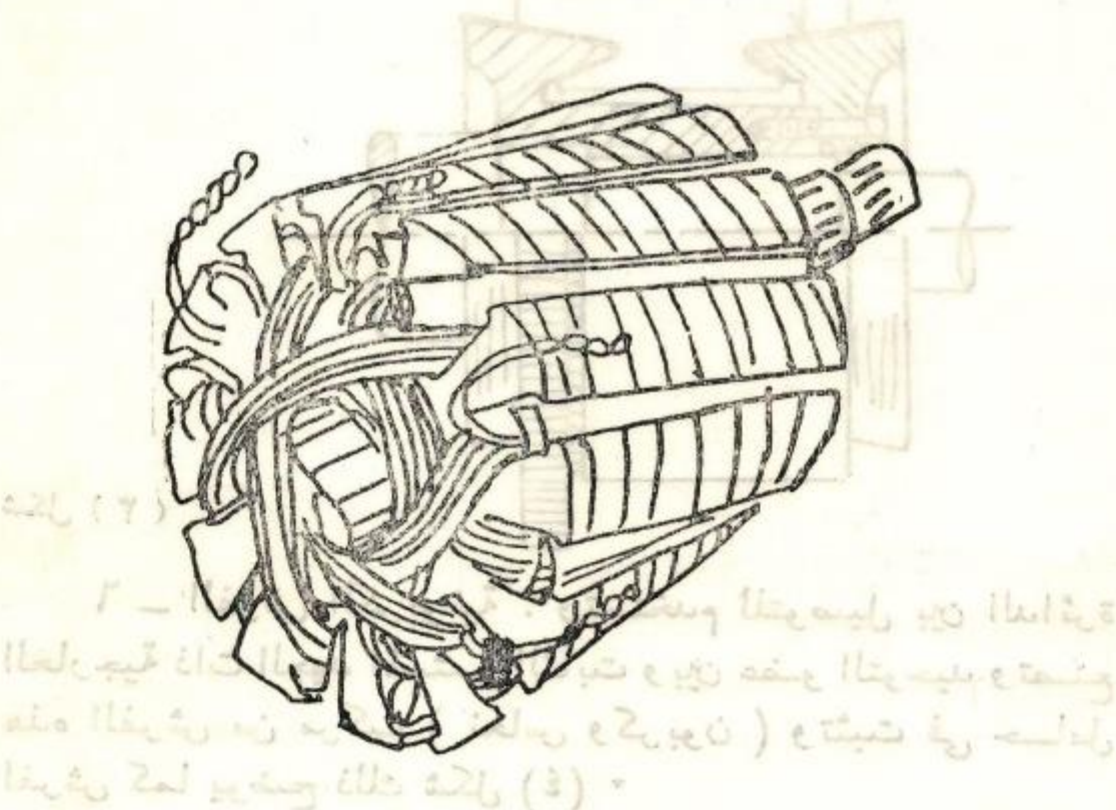
شكل (١)
طريقة تثبيت الأقطاب مع الهيكل

٣ ـ الأقطاب المساعدة أو أقطاب التوحيد وتصنع من الصلب الطرى ولها ملفات خاصة بها وهذه الأقطاب يكون حجمها صغير بالنسبة للأقطاب الرئيسية وهى بارزة أيضا •

٤ ـ قلب عضو الاستنتاج يصنع من شرائح حديدية سمكها حوالى من ٤ر الى ٦ر مم معزولة عن بعضها ومجمعة أو مكبوسة على عامود الدوران مباشرة كما فى الآلات الصغيرة أو على هيكل اسطوانى خاص من حديد الزهر كما فى حالة الآلات الكبيرة •

وتستعمل الشرائح بغرض الاقلال من المفاقيد الناتجة عن التيارات الاعصارية .

وتشكل على المحيط الخارجى لهذه الشرائح مجارى موزعة بالتساوى حول المحط حيث تحتوى هذه المجارى على ملفات عضو الاستنتاج كما فى شكل (٢) .

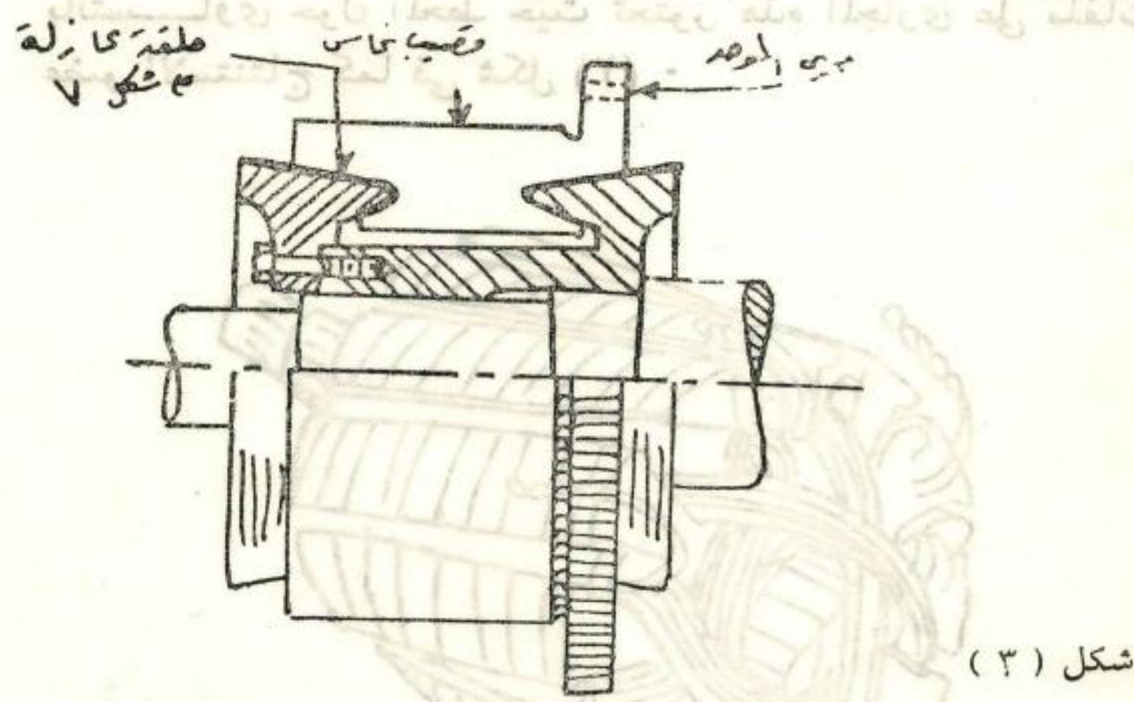


شكل (٢)

٥ ـ عضو التوحيد وهو العضو الذى يصل بين الدائرة الخارجية (المنبع فى حالة المحرك أو الحمل فى حالة المولد) وبين دائرة ملفات الاستنتاج .

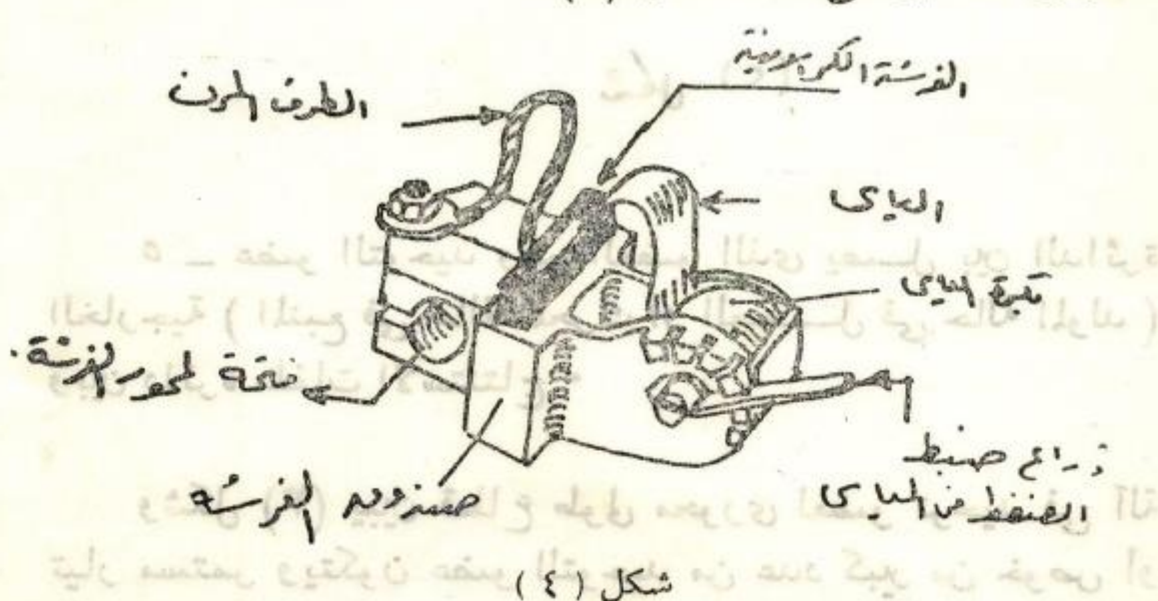
وشكل (٣) يبين قطاع طولى محورى لعضو توحيد فى آلة تيار مستمر ويتكون عضو التوحيد من عدد كبير من خوص أو

قضبان نحاسية ذات عرض بسيط مثبته كل بجانب الأخرى لتكون في النهاية شكل اسطواني يثبت على عامود الدوران ويفصل بين كل قضيب نحاس وآخر شريحة رفيعة من مادة عازلة هي المايكا ويلزم التنويه بأن عدد قضبان عضو التوحيد يرتبط بطريقة لف ملفات عضو الاستنتاج ·



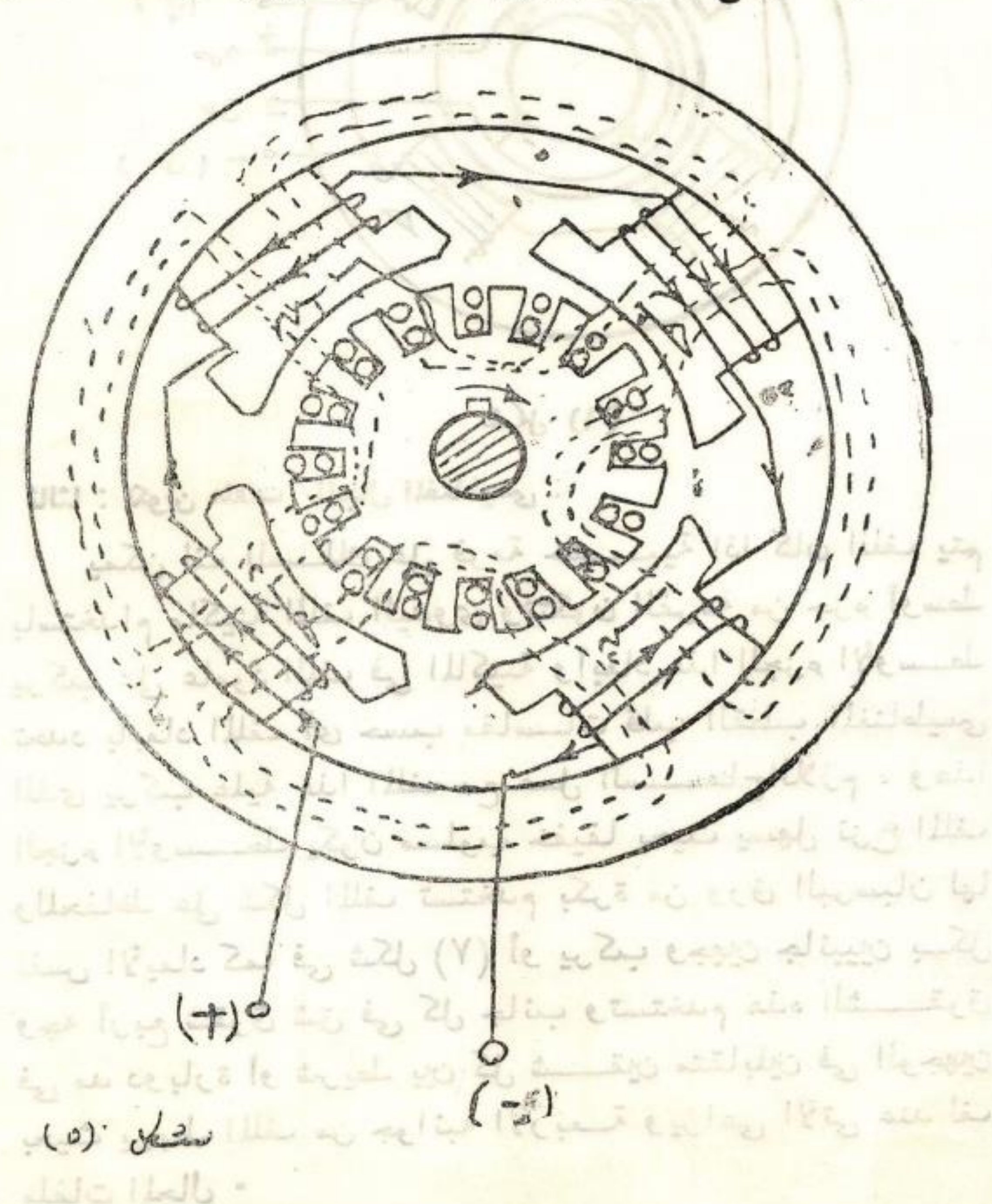
شكل (٣)

٦ ــ الفرش الكربونية : وتستخدم للتوصيل بين الدائرة الخارجية ذات الجهد المستمر الثابت وبين عضو التوحيد وتصنع هذه الفرش من مركب (نحاس وكربون) وتثبت في حامل افرش كما يوضح ذلك شكل (٤) ·



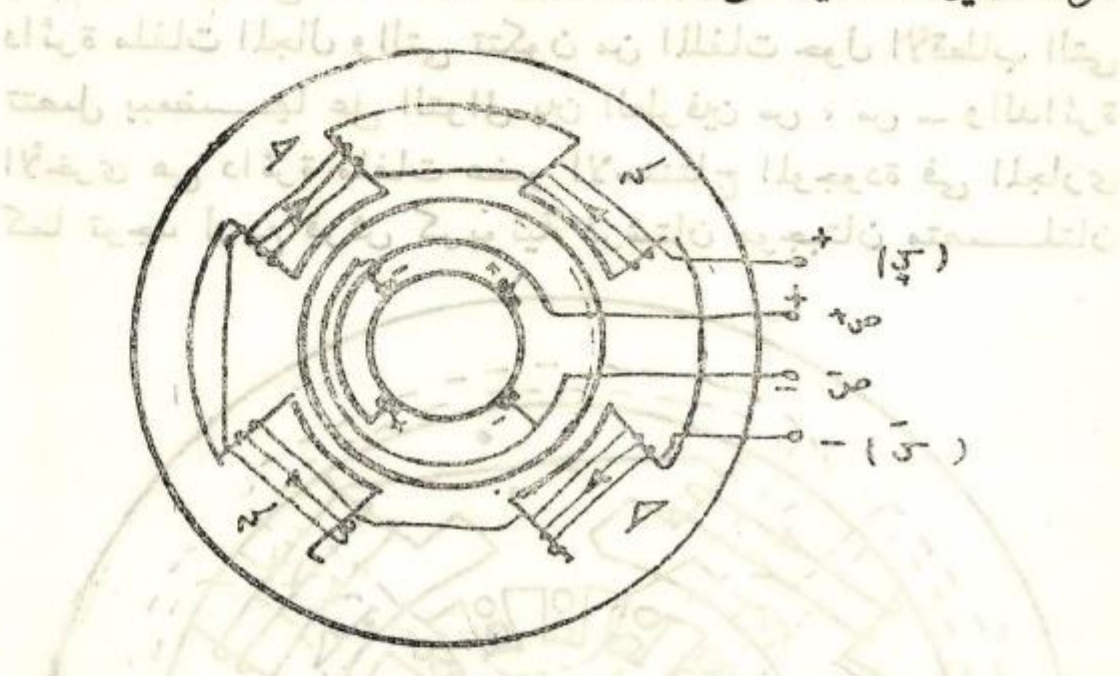
شكل (٤)

و بالرجوع الى شكل رقم (٥) الذى يبين التركيب العام لآلة تيار مستمر ذات أربعة أقطاب (محرك ـ مولد) وشكل رقم (٦) الذى يوضح أن هناك دائرتان كهربيتان منفصلتان هما دائرة ملفات المجال والتى تتكون من الملفات حول الأقطاب التى تتصل ببعضها على التوالى بين الطرفين س ، س ـ والدائرة الأخرى هى دائرة ملفات عضو الاستنتاج الموجودة فى المجارى كما توجد أربع فرش كربونية فرشتان موجبتان متصلتان



شكل (٥)

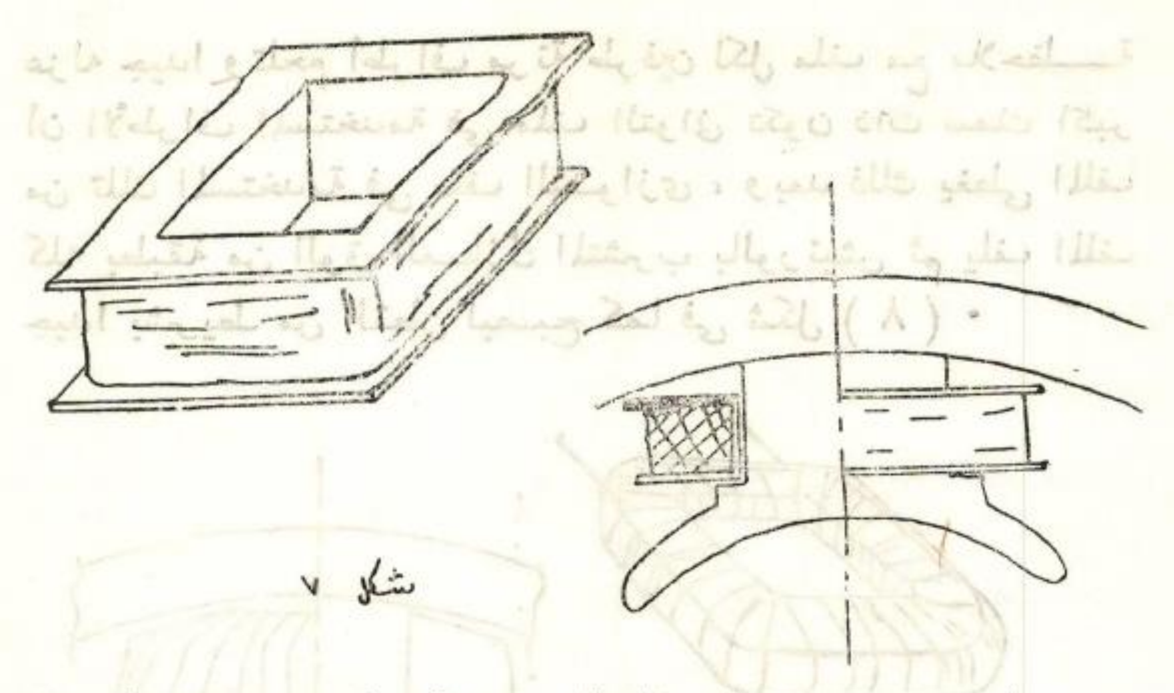
بالطرف ص + والاخريتين سالبتين ومتصلتين بالطرف ص - سالب حيث تكون فى هذه الحالة دائرة ملفات الاستنتاج مقسمة الى قسمين متصلين على التوازى ببعضهما .



شكل (٦)

ثالثا : تكوين ملفات المجال المغناطيسى :

يمكن لف السلك على فرمة خشبية اذا كان اللف يتم باستخدام ماكينة اللف اليدوى وتتكون الفرمة من جزء أوسط يركب على عامود اللف فى الماكينة وأبعاد هذا الجزء الأوسط تحدد بأبعاد الملف أى حسب مقاسات قلب القطب المغناطيسى الذى يركب عليه هذا الملف مع عمل السماح اللازم ، وهذا الجزء الأوسط يكون مسلوب خفيفا بحيث يسهل نزع الملف وللحفاظ على شكل الملف تستخدم بكرة من ورق البرسبان لها نفس الأبعاد كما فى شكل (٧) أو يركب وجهين جانبيين بكل وجه أربع شقوق شق فى كل جانب وتستخدم هذه الشقوق فى مد دوبارة أو شريط بين كل شقين متقابلين فى الوجهين بحيث يربط الملف من جوانبه الأربعة ويراعى الآتى عند لف ملفات المجال .



شكل ٧

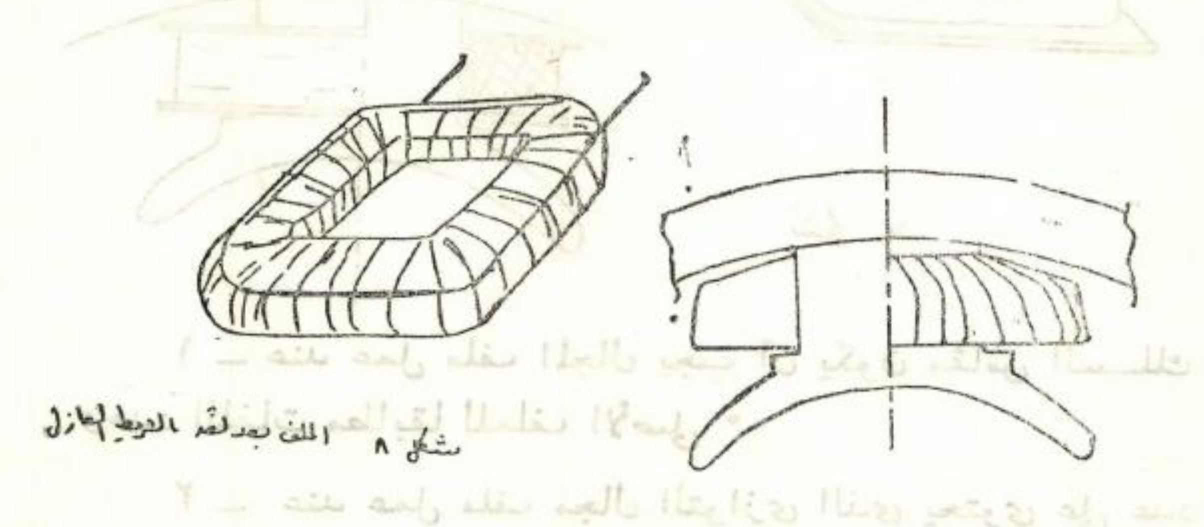
١ ــ عند عمل ملف المجال يجب أن يكون مقاس السلك وعدد اللفات مطابقا للملف الأصلى ٠

٢ ــ عند عمل ملف مجال التوازى الذى يحتوى على عدد كبير من اللفات ذات السلك الرفيع قد يصعب عد هذه اللفات لذلك يستعمل نفس مقاس السلك ويستعاض عن عد اللفات باستعمال وزن من السلك مساو لوزن الملف القديم ٠

٣ ــ عند عمل ملف المجال المركب الذى يحتوى على ملف توالى وآخر توازى يلف أولا ملف التوازى ويراعى أن يكون له نفس مواصفات الملف الآصلى كما يراعى اخراج طرفين (بدايته ونهايته) ٠

ثم بعد ذلك يغطى الملف من كلجوانبه بطبقة من الورنيش العازل ويوضع شريط من الورق العازل ثم يعاد ورنشته وهذه الطبقة العازلة التى تفصل بين ملف التوالى والتوازى يجب أن تكون جيدة حتى لا يحدث قصر بين ملف التوالى والتوازى ، وبعد ذلك يلف ملف التوالى ذو العدد البسيط من اللفات نسبيا وبنفس المواصفات الخاصة بالملف الأصلى ويحدد أيضا بداية ونهاية ملف التوالى ثم يربط ملف التوالى هذا بدوبارة بعد

عزله جيدا وتلحم أطراف مرنة طرفين لكل ملف مع ملاحظة أن الأطراف المستخدمة فى ملف التوالى تكون ذات سمك أكبر من تلك المستخدمة فى ملف التوازى ، وبعد ذلك يغطى الملف كله بطبقة من الوق العازل المتشرب بالورنيش ثم يلف الملف جيدا بشريط من القطن ليصبح كما فى شكل (٨) ٠



شكل ٨ الملف بعد لف الشريط العازل

رابعا : توصيل أقطاب المجال :ـ

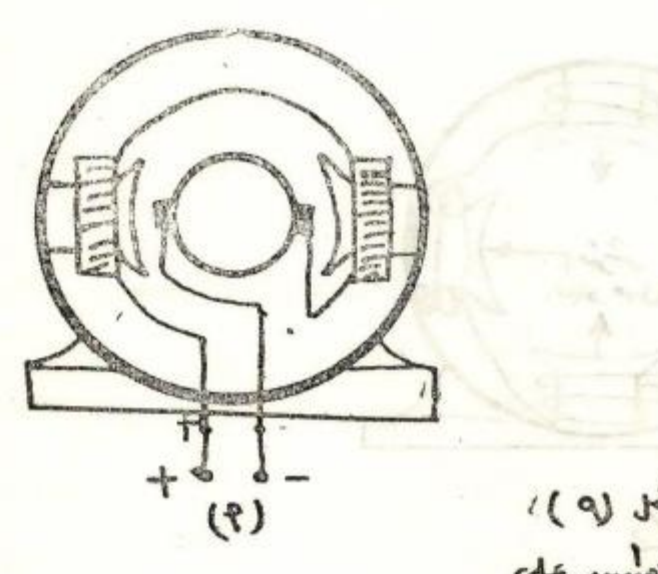
فى العادة توصل ملفات المجال على التوالى مع بعضها بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المتتابعة فاذا رجعنا الى شكل (٥) نجد أن الآلة تحتوى على أقطاب أربعة قطبيتها على التتابع هى ش١ جـ١ ش٢ جـ٢ نجد أيضا أن خطوط المجال المغناطيسى التى تخرج من القطب ١ش تنقسم الى نصفين أحدهما يتجه الى القطب جـ١ والنصف الآخر يتجه الى القطب جـ٢ وبالمثل خطوط المجال الخارجة من القطب ٢ش تنقسم بالتساوى بين القطبين جـ١ ، جـ٢ حيث يشير السهم الى أن عضو الاستنتاج يدور فى اتجاه دوران الساعة ٠

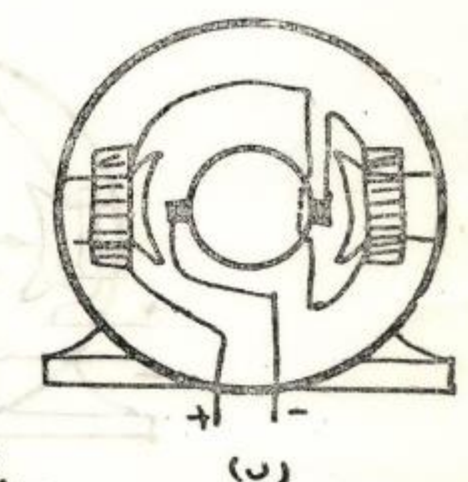
وللحصول على قطبية مختلفة للأقطاب المجاورة يجب أن يمر تيار المجال فى ملف القطب الأول فى اتجاه عقرب الساعة ويمر فى ملف القطب الذى يليه فى عكس الاتجاه وهكذا ٠

الا انه يكون من الصعب تحديد اتجاه دوران التيـــار فى الملفات خاصـــة بعد لفها بشريط القطن وعادة تتبـــع احدى الطرق الآتية فى تحديد قطبية أقطاب المجال :

١ ـ طريقة التجربة والخطأ :

وتستعمل هذه الطريقة فى المحركات الصغيرة ذات القطبين حيث يتم توصـــيل المحرك بالمنبع فاذا لم يدور تعكس أطراف الملف الموجود على أحد القطبين وذلك اما فى محرك التوالى أو التوازى كما فى شكل (٩) أ ، ب •



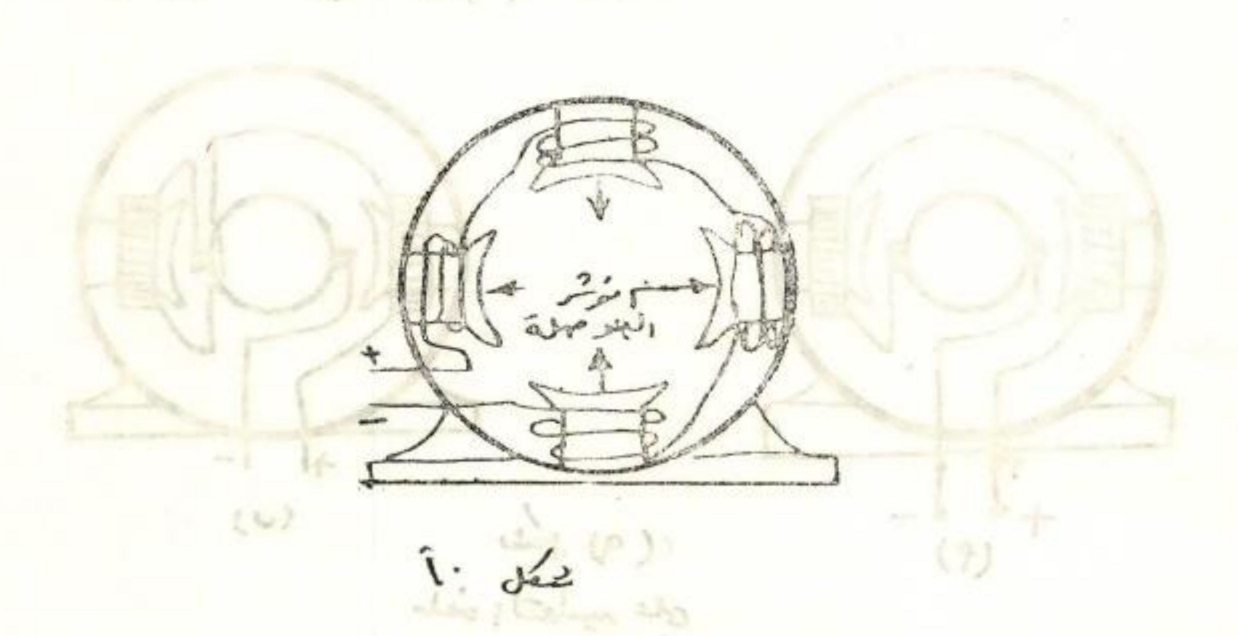


شكل (٩)
ملف التقطيب على التوالى

٢ ـ طريقة البوصلة :

وهذه تستخدم لأى عدد من الأقطاب فاذا كان لدينا محرك ذو أربعة أقطاب توصل ملفات الاقطاب مع بعضها على التوالى ويسلط جهد مستمر بين طرفى ملفات المجال وتوضح البوصلة فى التجويف الداخلى للمحرك مقابلة لكل قطب على حـــده وذلك عندما يكوو عضو الاستنتاج غير موجود فى مكانه وتحدد عند

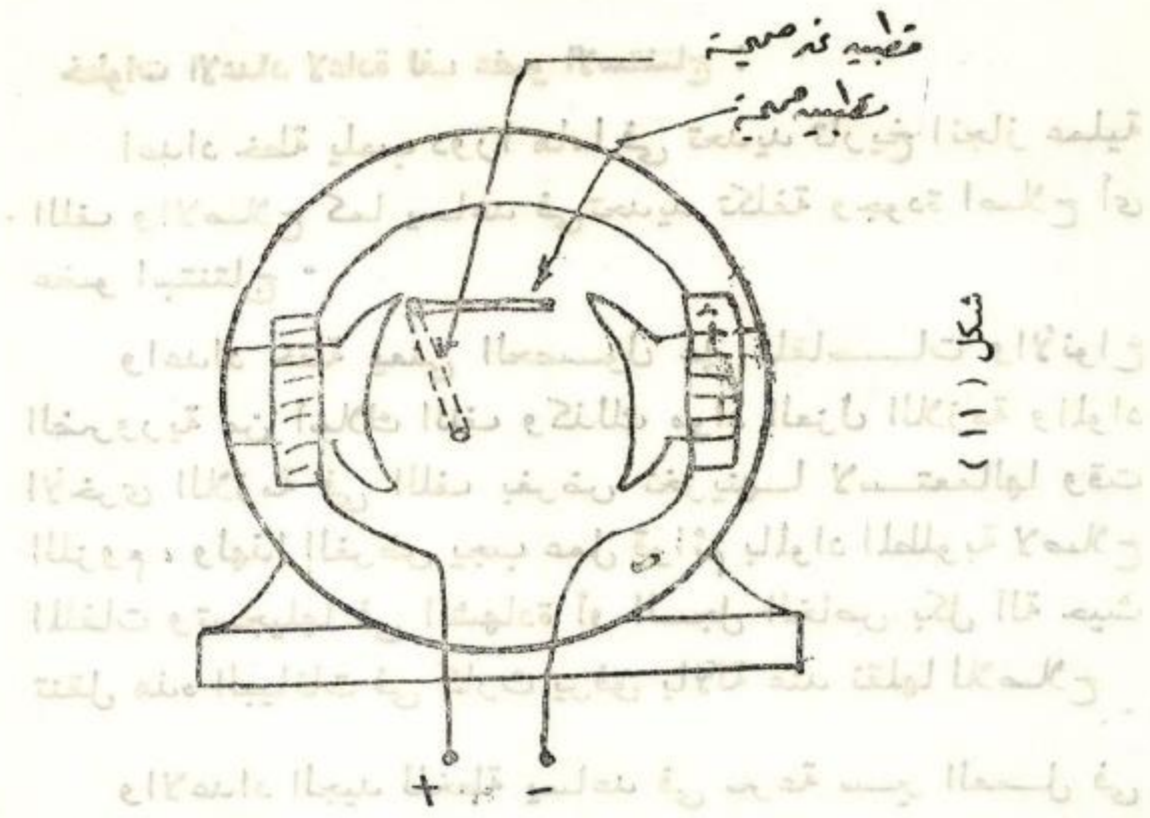
كل قطب طرف الابرة الذى يشــير للقطب ولكى تكون قطبية الأقطاب المتتابعة مختلفة فان نهاية أو طرف الابرة الذى يشير مثلا الى القطب ١ يجب أن يختلف عنــد القطب ٢ وهكذا حتى تنتهى كل الأقطاب ، واذا حدث وكان نفس الطرف يشــير الى قطبين متتاليين يراعى عكس أطراف ملفات هذا القطب مــــع المحافظة على تتابع القطبية فى بقية الأقطاب ويتضح ذلك فى شـــكل (١٠)



شكل ١٠

٣ ـ باستخدام قضيب حديدى :

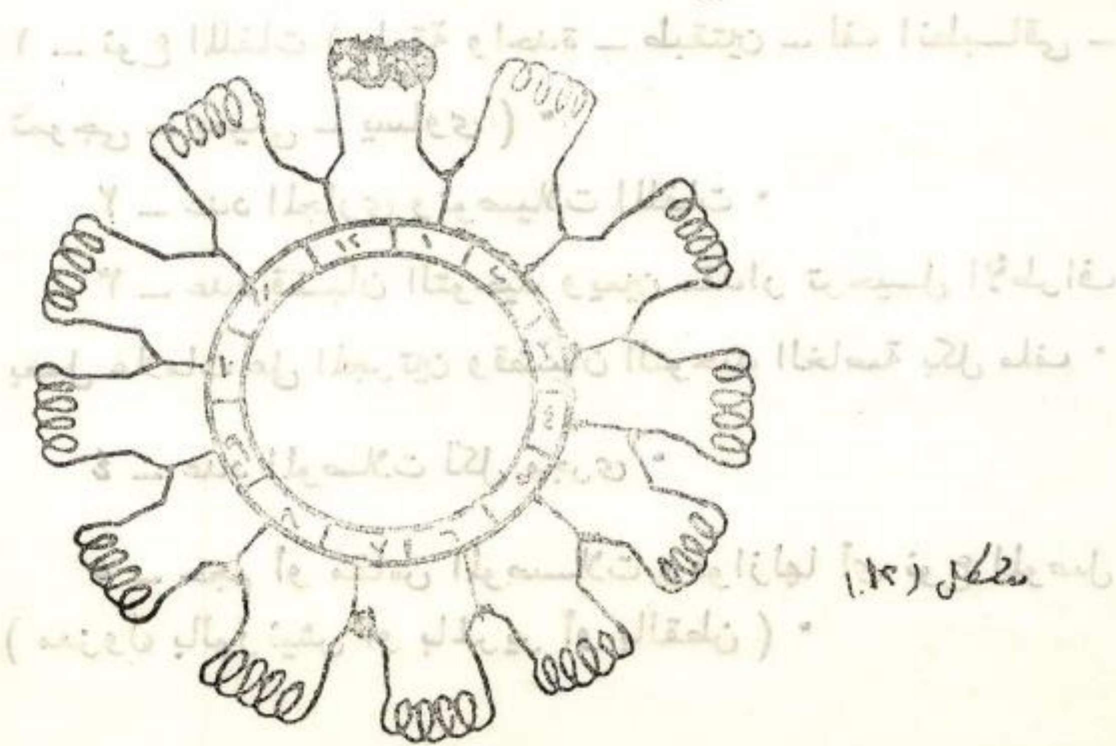
توصل ملفات المجال مع بعضها على التوالى ثم توصل بمنبع تيار مستمر ذو جهد منخفض ويوضع طرف القضب مقابل لأحد الأقطاب فاذا كانت القطبية صحيحة فان الطرف الآخر للقضيب يجذب للقطب الثانى ، أما اذا كانت القطبيـــة غير سليـــمة فان القضيب يتذبذب مبتعدا عن القطب الثانى كما فى شكل (١١)



خامسا ملفات عضو الاستنتاج :

ملف نموذجى لعضو الاستنتاج (النتج) :

يتكون النوع البسيط من الملفات من مجموعة ملفات متصلة على التوالى وموضوعة فى مجارى عضو الاستنتاج ومتصلة بالتتابع مع عضو التوحيد كما فى شكل (١٢) الذى يوضح ملفات عضو الاستنتاج المتصلة بالموحد .



شكل (١٢)

خطوات الاعداد لاعادة لف عضو الاستنتاج :

اعداد خطة يلعب دورا هاما فى تحديد تاريخ انجاز عملية اللف والاصلاح كما يساعد فى تحديد تكلفة وجودة اصلاح أى عضو استنتاج ٠

واعداد خطة يعنى الحصول على المقاسات والأنواع الضرورية من أسلاك اللف وكذلك مواد العزل اللازمة والمواد الأخرى اللازمة فى اللف بغرض تخزينها لاستعمالها وقت اللزوم ، ولهذا الغرض يجب عمل قوائم بالمواد المطلوبة لاصلاح الملفات وتسجيلها فى الشهادة أو السجل الخاص بكل آلة حيث تنقل هذه البيانات فى كارت يرفق بالآلة عند نقلها للاصلاح .

والاعداد الجيد للخطة يساعد فى سرعة سير العمل فى ورشة اللف ويمنع تعطل الماكينات الحيوية فى المصنع ، وعندما يراد تغيير ملفات عضو الاستنتاج بالكامل أى اعادة لفه يجب تسجيل المعلومات اللازمة لعمل الملف الجديد ووضعه فى المجارى وتوصيل الملفات ببعضها وذلك قبل نزع الملفات القديمة التالفة وهذه المعلومات هى :

١ ـ نوع الملفات (طبقة واحدة ـ طبقتين ـ لف انطباقى ـ تموجى ـ يمينى ـ يساوى) ٠

٢ ـ عدد المجارى وتوصيلات الملفات ٠

٣ ـ عدد قضبان التوحيد ويعين مقدار ترحيل الأطراف بعمل علامات على المجرتين وقضبان التوحيد الخاصة بكل ملف ٠

٤ ـ عدد الموصلات لكل مجرى ٠

٥ ـ حجم أو مقاس الموصلات وعوازلها أى نوع الموصل (معزول بالورنيش أو بالحرير أو بالقطن) ٠

٦ ــ تحديد خطوة اللف ويعبر عنها بعدد المجارى المحصورة بين جانبى ملف ٠

٧ ــ رسم التوصيلات للملفات عضو الاستنتاج ويوضح به التوصيلات بين الملفات وتوصيل الأطراف أو النهايات بقضبان الموحد وكذلك عدد الدوائر المتوازية فى الملفات ٠

٨ ــ رسم شكل للمجرى محدد عليه مقاسات المجرى وشكلها وترتيب وضع الموصلات داخلها ٠

٩ ــ طول قلب عضو الاستنتاج وهو المسافة بين وجهى عضو الاستنتاج ٠

١٠ ــ شكل نهاية الملفات (طبقتين أو ثلاثة أو طبقة واحدة)

١١ ــ بروز نهاية الملفات أى مقدار الحيز الجانبى الذى تحتله الملفات بعد نهاية المجرى ويحدد بالمسافة بين وجه قلب المنتج وابعد نقطة فى الملف ٠

١٢ ــ الطول الممتد للملف ويعنى الطول المستقيم بلفة واحدة للموصل فى الملفات ٠

١٣ ــ عازل اللف (المادة ــ السمك ــ عدد الطبقات) ٠

١٤ ــ عدد وحجم أربطة عضو الاستنتاج (عرض الرباط عدد لفاته ــ قطر السلك المستخدم فى الرباط ومادته) ٠

١٥ ــ مقاسات وشكل ومادة خوابير المجارى

كل المعلومات السابقة يجب تسجيل بعضها فى لوحة معلومات والبعض الآخر على هيئة أشكال أو رسومات توضيحية

والبعض الأخير فى جداول ، وتؤخذ هذه المعلومات من الملف القديم قبل نزعه من المجارى ، وبعد ذلك يمكن البدء فى نزع الملفات القديمة . ، وشكل (١٣) يوضح لوحة بيانات .

لوحة البيانات

ت ٣ أوجه	جهد فولت	[illegible]	القدرة حصان
	التوصيل	[illegible]	التردد ذ/ث
الوجه	[illegible]	موديل	درجة الحرارة

ملف / مجرى	[illegible]	عدد المجارى
	خطوة الملف	مقاس السلك
	مركز المجرى	مركز [illegible]
	خطوة الوجه [illegible]	[illegible]

شكل ١٣

نزع الملفات من عضو الاستنتاج :

حيث أن الملفات عادة تصنع من أسـلاك رفيعة ونتيجـة لتسربها بالورنيش فانها تكون متماسكة تماما مما يصعب عملية اخراجها من المجـارى بدون اتلاف الموصـلات ، لذلك تقطع الملفات من أحد جوانبها وتجذب من الطرف الآخر وللتخلص من الورنيش يمكن تسخين المنتج لدرجة حرارة حوالى ١٠٠٠م أما بتعريضها الى لهب أو بامرار تيار كهربى فى الملفات ومع ذلك يجب أن يراعى ألا تزيد درجة الحرارة الى (٣٠٠ ــ ٤٠٠) درجة مئوية لأن مثل هذه الحرارة سوف يؤدى الى كربنة العوازل الموجودة بين الشرائح وبذلك يتلف قلب المنتج ، ويمكن توفير الوقت المســـتغرق فى نزع الملف القـديم من المنتـج وذلك باستخدام ماكينة خاصة ذات خطاف يجذب الملفات وبعد نزع الملفات التالفة من عضو الاستنتاج تتبع الخطوات التالية :

١ — يعزل قلب عضو الاستنتاج (المجارى) .

٢ — عمل الملفات أما يدوية أو باستخدام ملف ، (حسب حجم المنتج) .

٣ — توضع الملفات فى المجارى .

٤ — توصيل الأطراف المرنة بنهايات الملفات .

٥ — تلحم الأطراف بقضبان عضو التوحيد .

٦ — يتم اختبار الملفات .

٧ — خرط عضو التوحيد .

٨ — العزل بالورنيش والتحميص فى الأفران الخاصة .

عزل قلب عضو الاستنتاج :

يجب عزل المجارى لمنع الأسلاك من لمس القلب الحديدى مما يسبب تماس أرضى ويكون العازل بنفس مواصفات العازل القديم المنزوع من المجارى مع مراعات أن مقاس العازل يجب أن يكون به سماح كافى لبروز العازل من ناحيتى قلب المنتج لعمل شفتين لمنع خروج العازل من المجرى كما يكون أعلى المجرى بحوالى ١ سم أو بما يساوى عرض المجرى عند أعلاها لتغطية الملفات قبل وضع الخوابير فى المجارى ، كما يراعى أن يعزل عامود الدوران وذلك بلفه عدة لفات بشريط عازل .

لف الملفات :

اذا كان عضو الاستنتاج صغير يمكن أن يمسك باحدى اليدين أثناء عملية اللف ، أما المنتج الكبير فيثبت على الحوامل خاصة أثناء عملية اللف .

مثال (١) :

اذا كان لدينا منتج ذو ١٢ مجرى وكانت خطوة اللف = ٦ مجرى حيث عدد الأقطاب = ٢ (خطوة اللف = عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب) .

تتبع الخطوات الآتية فى لف المنتج :

١ ـ اختيار مجرى ورقمها بالرقم ١

٢ ـ تلف عدد اللفات المطلوب بحيث يكون أحد جوانبها فى المجرى رقم ١ والجانب الآخر فى المجرى رقم ٧ حسب الخطوة التى تم تحديدها من المعلومات الخاصة بالمنتج ويجب أن يشد السلك شدا كافيا دون أن يعرض للقطع .

٣ ـ تعمل خية من السلك فى نهاية الملف الأول وبداية الملف الثانى .

٤ ـ نبدأ الملف الثانى من المجرى رقم ٢ ويعمل بنفس عدد لفات الملف الأول وتكون جوانب الملف الثانى فى المجرتين (٢ ، ٨) .

٥ ـ تعمل خية من السلك فى نهاية الملف الثانى وبداية الملف الثالث .

٦ ـ نبدأ الملف الثالث من المجرى ٣ ويكون بين المجرتين (٣ ، ٩) وهكذا حتى نستكمل لف المنتج وتسمى هذه الطريقة طريقة اللف بالخيات .

ويمكن تسجيل جدول يبين عدد الملفات كما يلى :

رقم الملف	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
المجارى التى تحوى الملف	٧	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
	١	٨	٩	١٠	١١	١٢	١	٢	٣	٤	٥	٦

وكما هو واضح من الجدول يوجد ١٢ ملف حيث يوجد ملف لكل مجرى كما يوجد ١٢ خية بمعدل خية واحدة بين كل مجرتين متجاورتين .

وضع الخوابير :

بعد لف عضو الاستنتاج بالكامل تقفل المجارى تماما حتى لا تتطاير الأسلاك عندما يدور عضو الاستنتاج وذلك لتغطية الملفات أولا بالورق العازل المبطن للمجرى والبارز منها وذلك باستخدام قطعة من الفبر العازل للضغط على الورق العازل ، ثم يوضع خابور فى كل مجرى وتصنع الخوابير من مادة عازلة قوية مثل الخشب أو البكاليت ووظيفة الخابور هى التثبيت الميكانيكى للملفات فى المجارى لمقاومة قوة الطرد المركزية التى تتعرض لها الملفات أثناء الدوران .

ترحيل الأطراف :

يعتبر توصيل أطراف الملفات بقضبان عضو التوحيد المناسبة أحد العمليات الهامة فى لف عضو الاستنتاج وهناك ثلاثاوضاع مختلفة لهذا التوصيلفاذا نظرنا لعضو الاستنتاج من ناحية عضو التوحيد يمكن ترحيل أطراف الملفات أما الى اليمين أو ا لىاليسار أويمكن وضعها على استقامة المجرى ، وتستخدم ألطريقة الآتية فى تحديد وصل الأطراف بالموحد .

١ ـ شد قطعة من الدوبار مفرودة بحيث تكون موازية لمحور أحد المجارى ولتكن رقم ١ .

٢ ـ لاحظ امتداد الدوبارة ، فاذا كان امتداد الدوبارة هو قضيب يرقم هذا القضيب بالرقم ١ أما اذا كان امتداد الدوبارة هو شريحة الميكا العازلة بين القضبان يرقم القضيب الذى على يمين هذه الشريحة مباشرة بالرقم ١ .

٣ ـ يرحل طرف الملف الموجود فى المجرى رقم ١ حسب

المعلومات السابق رصدها ولتكن ٣ قضبان جهة اليمين فيتم عد القضبان حسب القاعدة فى الخطوة ٢

ملفات تحتوى على أكثر من ملف لكل مجرى :

فى المثال رقم ١ حيث كان عدد المجارى = ١٢ مجرى وكان عدد قضبان عضو التوحيد = ١٢ أيضا وكانت ١٢ خية كان عدد الملفات لكل مجرى = ١ •

قد يختلف ذلك بالنسبة لبعض أعضاء الاستنتاج فقد يكون عدد المجارى = ١/٢ عدد قضبان التوحيد أو قد يكون عدد المجارى = ١/٣ عدد قضبان التوحيد •

وعندما يكون عدد المجارى = ١/٢ عدد قضبان التوحيد فان عدد الملفات = عدد قضبان التوحيد وفى هذه الحالة يكون عدد الخيات مساويا عدد الملفات •

وعادة هناك علاقة تربط بين عدد جوانب الملفات لكل مجرى ، عدد المجارى ، عدد قضبان الموحد :

$$\text{عدد قضبان الموحد} = \frac{\text{عدد المجارى} \times \text{عدد جوانب الملف لكل مجرى}}{٢}$$

أو عدد قضبان التوحيد = عدد المجارى × عدد الملفات لكل مجرى •

وعموما طريقة اللف لا تختلف عن طريقة عمل ملف بسيط كالسابق ذكره •

مثال (٢) :

ملف منتج ذو خيات بعدد قضبان الموحد = ضعف عدد المجارى .

اذا كان عدد المجارى = **١٢** مجرى ، عدد قضبان التوحيد = **٢٤** قضيب ، عدد الأقطاب = **٢** خطوة اللف = عدد المجارى مقسوم على عدد الأقطار = **٦** مجرى .

نبدأ اللف كالآتى : نلف الملف الأول بين المجرتين ١ ، ٧ وتعمل الخية الأولى ثم يلف الملف الثانى بين نفس المجرتين ١ ، ٧ أيضا وتعمل الخية الثانية .

بعد ذلك نبدأ فى عمل الملف الثالث ويلف بنفس الخطوة أى بين المجرتين ٢ ، ٨ وهكذا حتى نحصل على **٢٤** ملف ، **٢٤** خية وذلك لأن عدد الملفات لكل مجرى = **٢**

والجدول الآتى يوضح هذه الملفات والمجارى التى تحويها والخيات والمجارى التى تحويها أيضا :

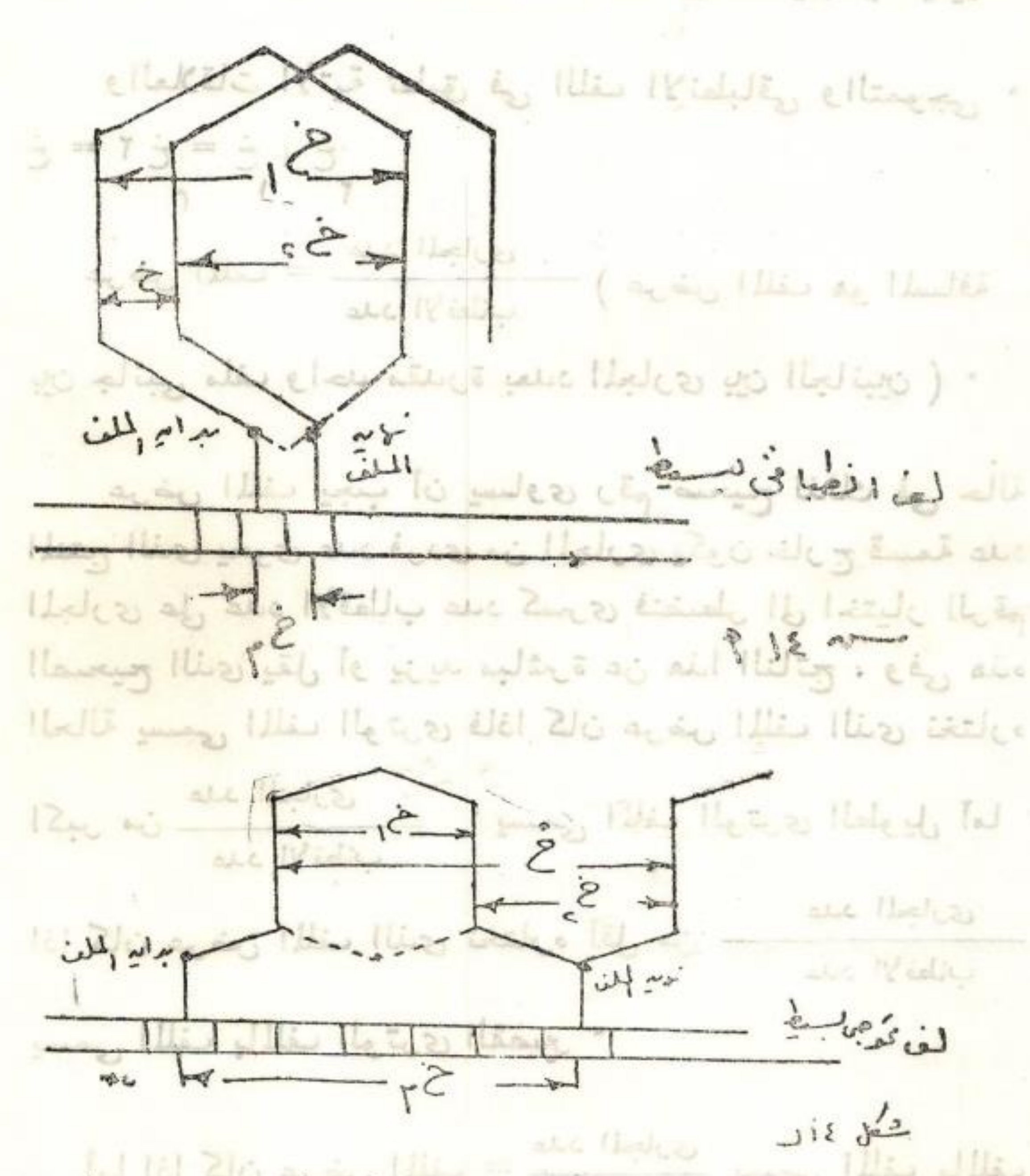
وللتفرقة بين الخية الاولى والثانية لكل مجرى يمكن ربط كل منهما بلونين مختلفين أو عمل الخية الثانية بكل مجرى أطول من الخية الاولى بمعنى أن الخيات ذات الرقم الزوجى فى الجدول تكون أطول من الخيات ذات الرقم الفردى وبذلك يمكن ترحيل الأوراق الى القضبان المحددة لكل خية بدون اختبار .

جدول اللف فى المثال رقم ٢ :

رقم الملف	المجارى التى تحوى الملف	رقم الخية	المجرى التى تحوى الخية
١	١ — ٧	١	١
٢	١ — ٧	٢	
٣	٢ — ٨	٣	٢
٤	٢ — ٨	٤	
٥	٣ — ٩	٥	٣
٦	٣ — ٩	٦	
٧	٤ — ١٠	٧	٤
٨	٤ — ١٠	٨	
٩	٥ — ١١	٩	٥
١٠	٥ — ١١	١٠	
١١	٦ — ١٢	١١	٦
١٢	٦ — ١٢	١٢	
١٣	٧ — ١	١٣	٧
١٤	٧ — ١	١٤	
١٥	٨ — ٢	١٥	٨
١٦	٨ — ٢	١٦	
١٧	٩ — ٣	١٧	٩
١٨	٩ — ٣	١٨	
١٩	١٠ — ٤	١٩	١٠
٢٠	١٠ — ٤	٢٠	
٢١	١١ — ٥	٢١	١١
٢٢	١١ — ٥	٢٢	
٢٣	١٢ — ٦	٢٣	١٢
٢٤	١٢ — ٦	٢٤	

أنواع الملفات :

تنقسم ملفات عضو الاستنتاج الى نوعين أساسيين هما : اللف الانطباقي واللف التموجي ، والفرق بين النوعين موضح بالشكل (١٤) أ ، ب •



حيث : خ١ تسمى بالخطوة الاولى أو الأمامية وهى المسافة بين بداية ونهاية كل ملف وتحدد بعـدد المجارى خ٢ تسـمى بالخطوة الخلفية أو الثانية وهى المسافة بين نهاية ملف وبداية الملف الذى يليه ، وتحدد بعدد المجارى (مجرى) •

خ تسمى بالخطوة النهائية وهى المسافة بين بدايتى ملفين متتالين ·

خ م خطوة الموحد وهى المسافة بين بدايتى ملفين متتاليين على الموحد وتقاس بعدد قضبان التوحيد بين هاتين البدايتين ·

والعلاقات الأتية تطبق فى اللف الانطباقى والتموجى ·

$$\text{خ} = ٢\,\text{خ}_{\text{م}} = \text{خ}_{١} + \text{خ}_{٢}$$

عرض الملف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ (عرض الملف هو المسافة بين جانبى ملف واحد مقدرة بعدد المجارى بين الجانبين) ·

عرض الملف يجب أن يساوى رقم صحيح لذلك فى حالة المنتج الذى يحوى عدد فردى من المجارى يكون خارج قسمة عدد المجارى على عدد الأقطاب عدد كسرى فنضطر الى اختيار الرقم الصحيح الذى يقل أو يزيد مباشرة عن هذا الناتج ، وفى هذه الحالة يسمى الملف الوترى فاذا كان عرض الملف الذى نختاره اكبر من $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ يسمى الملف الوترى الطويل أما اذا كان عرض الملف الذى نختاره أقل من $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ يسمى الملف بالملف الوترى القصير ·

أما اذا كان عرض الملف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$ يسمى الملف بالملف القطرى (عندما يكون عدد المجارى عدد زوجى) ·

$$\text{خ}_{١} = \frac{\text{عدد جوانب الملفات / مجرى} \times \text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} + ١ \text{ مجرى}$$

واللف الانطباقى هو الأكثر استعمالا فى الآلات الكبيرة ذات التيارات العالية لأنه يسمح بتقسيم التيار الكلى على عدد كبير من الدوائر المتوازية .

وعدد هذه الدوائر المتوازية فى حالة اللف الانطباقى البسيط = عدد الأقطاب .

وفى اللف الانطباقى يستخدم عدد من الفرش = عدد الاقطاب دائما .

فى حالة اللف الانطباقى البسيط تكون خطوة الموحد مساوية لقضيب واحد .

مثال ٣ :

المطلوب عمل ملف انطباقى بسيط لمنتج ذو ١٦ مجرى وعدد أقطابه = ٤

عدد ملفات كل مجرى = ١

الحل :

عدد قضبان التوحيد = عدد المجارى × عدد الملفات لكل مجرى = ١٦ × ١ = ١٦ قضيب .

عرض الملف = $\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{١٦}{٤}$ = ٤ مجرى (رقم صحيح ملف قطرى) .

$خ_١ = \frac{\text{عدد جوانب الملف لكل مجرى} \times \text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} + ١ =$

$\frac{٢ \times ١٦}{٤} + ١ = ٩$ مجرى

خ = ٢خم = ٢ × ١ = ٢ لف انطباقى بسيط

$خ = خ_١ + خ_٢$

$٢ = ٩ + خ_٢$ $\therefore خ_٢ = (-٧)$ ســـالبة لذلك

سميت بالخطوة الخلفية عدد الملفات = ١٦ ملف

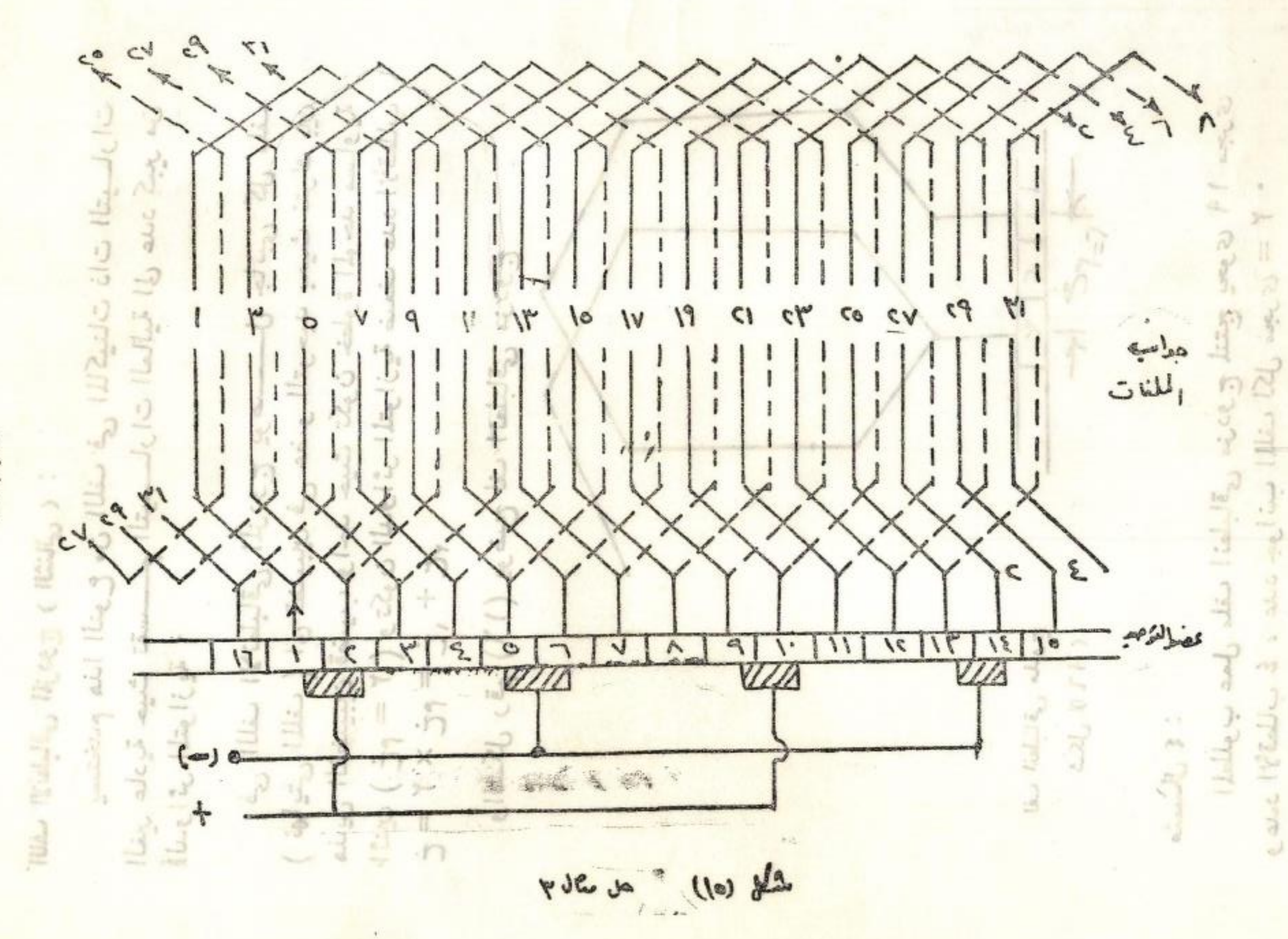
عدد جوانب الملفات = ٣٢ جانب ملف

جدول اللف :

١ ٣ ٥ ٧ ٩ ١١ ١٣ ١٥ ١٧ ١٩ ٢١ ٢٣ ٢٥ ٢٧ ٢٩ ٣١ ١

١٠ ١٢ ١٤ ١٦ ١٨ ٢٠ ٢٢ ٢٤ ٢٦ ٢٨ ٣٠ ٣٢ ٢ ٤ ٦ ٨

حيث تحوى كل مجرى جانبى ملف فمثــلا المجرى رقم ١ تحتوى جانب الملف ١ فى طبقة وجانب الملف ٢ فى طبقة أخرى وهكذا حتى نصل الى المجرى ١٦ التى تحوى الجانبين ٣١ ، ٣٢ والشـــكل رقم (١٥) يوضـــح الرســـم الانفرادى للملفـــات وتوصيلها بقضبان التوحيد .



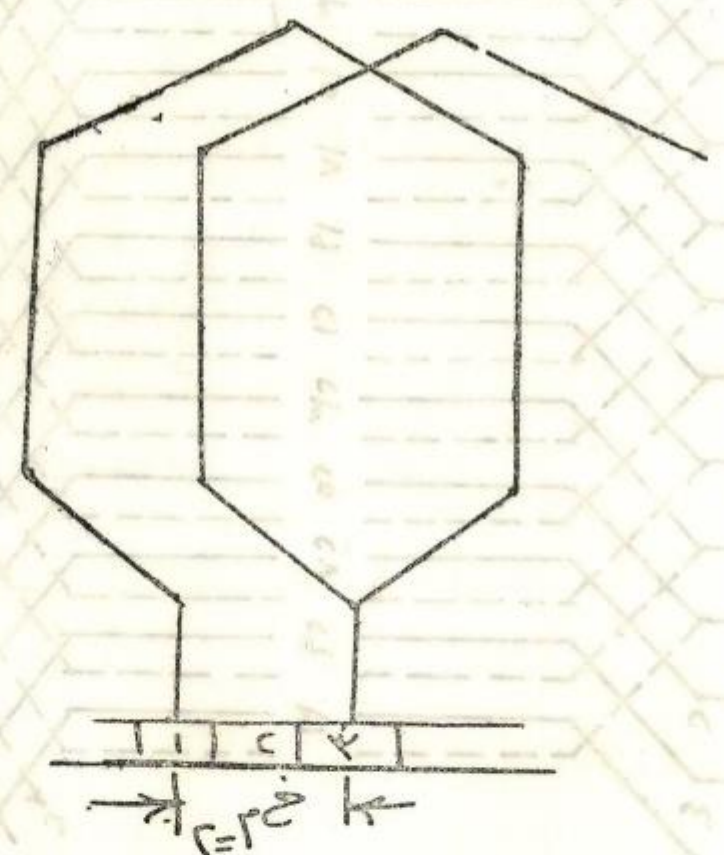
شكل (١٥) حل مثال ٣

اللف الانطباقى المزدوج (الثنائى) :

يستخدم هذا النوع من اللف فى الماكينات ذات التيـــارات الغير عادية حيث تقســـم التيـــارات العالية الى عدد كبير من الدوائر المتوازية ·

فى اللف الانطباقى المزدوج يوصـــــل جانبى كل ملف (نهايتى الملف) الى قضيبين فى عضو التوحيد بحيث نترك بين هذين القضيبين قضيب واحد حيث تكون خطوة الموحد مساوية اثنين (خم = ٢) وتكون الدوائر المتوازية ضعف عدد الأقطاب خ = ٢ × خم = خ١ + خ٢

والشكل رقم (١٦) يوضح لف انطباقى مزدوج



لف انطباقى مزدوج
شكل (١٦)

مثـــال ٤ :

المطلوب عمل ملف انطباقى مزدوج لمنتج يحوى ١٩ مجرى وعدد الأقطاب ٤ ، عدد جوانب الملف لكل مجرى = ٢ ·

الحل :

عدد قضبان التوحيد = (عدد جوانب الملف لكل مجرى × عدد المجارى) / ٢

= (٢ × ١٩) / ٢ = ١٩

لحساب عرض الملف نقسم عدد المجارى على عدد الأقطاب = ١٩ / ٤ = ٤ ٣/٤

لذلك نأخذ قيمـــــة عرض الملف = ٥ مجرى أى أكبر من ٤ ٣/٤ ويكون ملف وترى طويل ٠

خ$_1$ طبقا للقانون السابق = (٥ × ٢) + ١ = ١١ مجرى

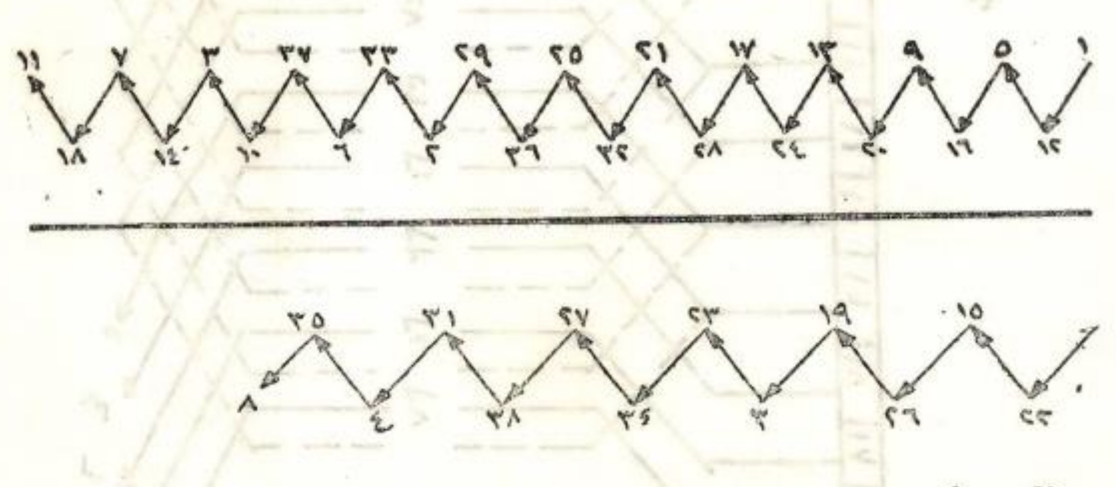
خم = ٢ ∴ خ = ٤

خ = خ$_1$ + خ$_2$ = ١١ + خ$_2$

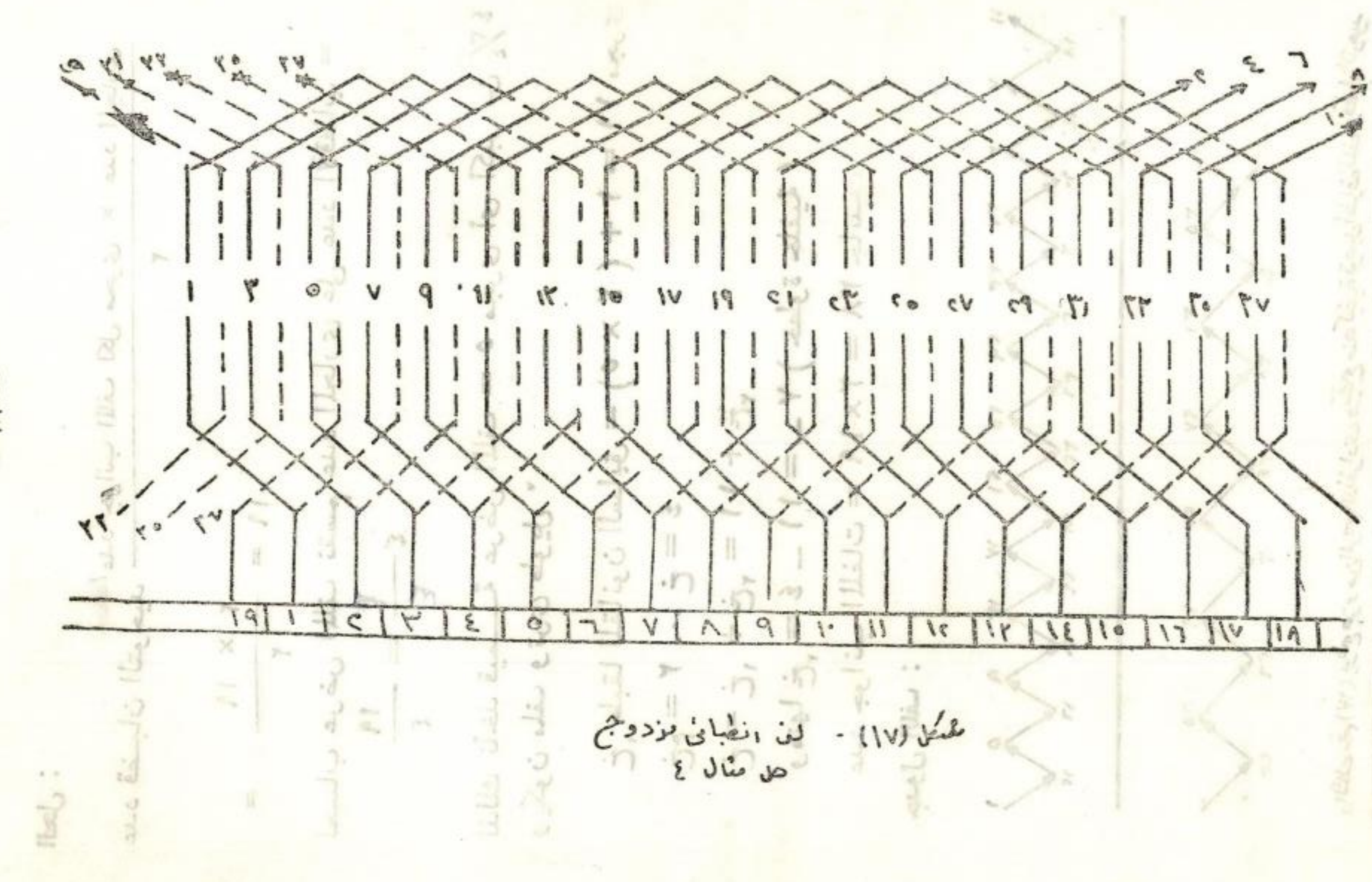
ومنها خ$_2$ = ٤ ـ ١١ = ـ ٧ (خطوة خلفية)

عدد جوانب الملفات = ١٩×٢ = ٣٨ جانب ،

جدول اللف :



والشكل رقم (١٧) يوضح جزء من الرسم الانفرادى ويتضح منه كيفية توصيل أطراف الملف وقضبان التوحيد



شكل (١٧) - لف انطباقي مزدوج
حل مثال ٤

مثال آخر :

على اللف الانطباقى المزدوج أو الثنائى :

مثال ٥ :

المطلوب لف منتج لف انطباقى مزدوج .

عدد المجارى ٢٠ مجرى ، عدد الأقطاب ٤ ، عدد جوانب الملف لكل مجرى = ٢

الحل :

$$\text{عدد قضبان التوحيد} = \frac{\text{عدد المجارى} \times \text{عدد جوانب الملف لكل مجرى}}{2}$$

$$= \frac{20 \times 2}{2} = 20 \qquad \text{عرض الملف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$= \frac{20}{4} = 5 \text{ لف قطرى}$$

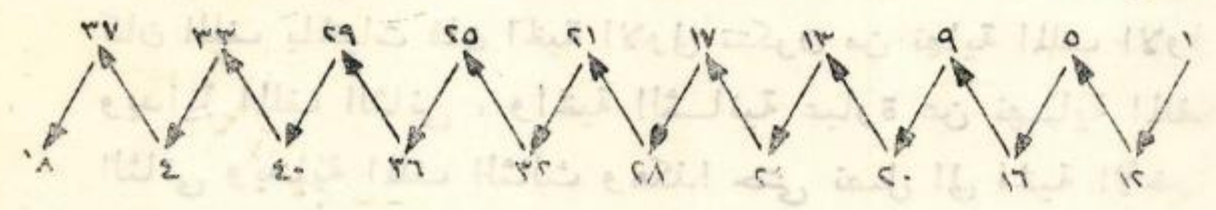
$$خ_1 = 5 \times 2 + 1 = 11$$

$$خم = 2 \therefore خ = 4 = خ_1 + خ_2 \text{ ومنها } خ_2 = -7$$

عدد جوانب الملفات = ٤٠

جدول اللف :

الدائرة الأولى :



الدائرة الثانية :

٣ ٧ ١١ ١٥ ١٩ ٢٣ ٢٧ ٣١ ٣٥ ٣٩

١٤ ١٨ ٢٢ ٢٦ ٣٠ ٣٤ ٣٨ ٢ ٦ ١٠

١ من المثالين ٤ ، ٥ يتضح أن اللف الانطباقى المزدوج له حالتين :

الحالة الاولى :

عنـدما يكون عدد المجـارى عدد مفرد يكون اللف وترى ويكون ملف المنتج هو ملف يكون دائرة واحدة متصلة ٠

الحالة الثانية :

عندما يكون عدد المجارى زوجى يكون ملف المنتج عبارة عن دائرتين مغلقتين كما فى المثال (٥) وفى العادة فى اللف الانطباقى المتعدد ثنائى أو ثلاثى ٠

تكون خطوة الموحد خم = ن تدل على نوع اللف ن = ١ لف انطباقى بسيط ن = ٢ لف ثنائى ، ن= ٣ لف انطبـاقى ثلاثى ٠

اللف الانطباقى ذو الخيات :

فى اللف الانطباقى البسيط كالمذكور فى المثال رقم ٣ حيث عدد المجارى يساوى عدد قضبان الموحد = ١٦ يوجد جانبى ملف / مجرى أى أن كل مجرى تحوى ملف واحد ، اذا كان اللف بالخيات فان الخية الاولى تتكون من نهاية الملف الاول وبداية الملف الثانى ، والخية الثـانية عبارة عن نهـاية الملف الثانى وبداية الملف الثالث وهكذا حتى نصل الى الخية الأخير والتى تتكون من نهاية الملف الأخير وبداية الملف الأول ٠

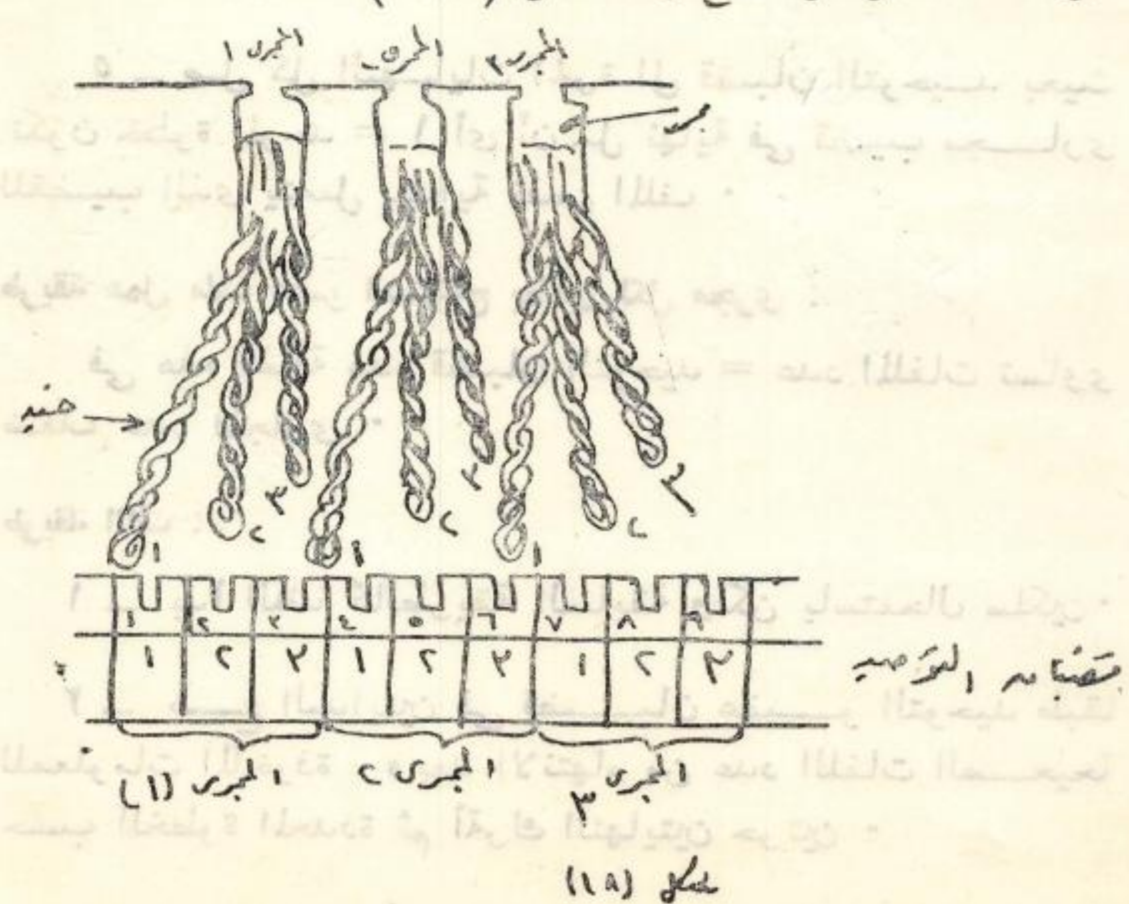
فى هذه الحالة بعد عمل الترحيل اللازم للأطراف حسب المواصفات تلحم الخيات بقضـبان التوحيد بحيث تكون بداية ونهاية كل ملف فى قضيبين متجاورين أى أن الخيات تلحم على التتابع مع قضبان التوحيد بجانب بعضـها ٠

أما اذا كان اللف الانطباقى لمنتج تحتوى كل مجرى منه على ملفين أى أربع جوانب ملفات لكل مجرى فى هذه الحالة يكون عدد الملفات = ضعف عدد المجارى = **عدد الخيات** ·

وكما أوضحنا من قبل فى المثال ٢ أن كل مجرى تحوى خيتين احداهما أطول من الأخرى فى هذه الحالة تلحم الخيات مع قضبان الموحد على التتابع أى بعد عمل الترحيل اللازم للأطراف تلحم على التتابع خية قصيرة للمجرى الأولى يتبعها فى القضيب المجاور الخية الطويلة لنفس المجرى وهكذا حتى ننتهى من توصيل كل الخيات مع كل القضبان ·

أما اذا كان اللف الانطباقى ذو ٣ ملفات لكل مجرى أى ٦ جوانب ملف لكل مجرى فى هذه الحالة عدد قضبان التوحيد = ٣ × عدد المجارى = عدد الملفات = عدد الخيات ·

أى أن كل مجرى تحوى ٣ خيات يفرق بينها أيضا أما بالألوان أو بعمل الخيات ذات أطوال مختلفة وتلحم بقضبان الموحد كما هو موضح بالشكل (١٨) ·



شكل (١٨)

طريقة عمل اللف الانطباقى بدون خيات :

فى هذه الحالة يمكن وضـــع كل ملف فى قضـــيب الموحد المناسب وترك نهاية كل الملفات بدون توصيل حتى يتم عمل كل الملفات لعضـــو الاســـتنتاج ثم بعد ذلك يتم توصـــيل هذه النهاية مع قضبان التوحيد بحيث تكون بداية ونهاية كل ملف متصلتين بقضبين متجاورين ·

طريقة لف عضو استنتاج ذو ملف واحد لكل مجرى :

١ ــ ابدأ بأى مجرى ولف ملف كامل حسب الخطوة المحددة

٢ ــ ضع بداية الملف الأول فى القضيب المناسب من عضو التوحيـــد حسب الترحيل المطلوب ·

٣ ــ أترك نهاية الملف كطرف حر (بدون توصيل) ·

٤ ــ نستكمل عمل الملفـــات كلها مع وضـــع بداياتها فى القضبان المناسبة وترك نهاياتها حرة ·

٥ ــ صل كل النهـــايات الحرة الى قضبان التوحيـــد بحيث تكون خطوة الموحد = ١ أى أن مل نهاية فى قضيب مجـــــارى للقضيب الذى يتصل ببداية نفس الملف ·

طريقة عمل ملف عضو استنتاج بملفين لكل مجرى :

فى هذه الحالة عدد قضبان التوحيد = عدد الملفات تساوى ضعف عدد المجارى ·

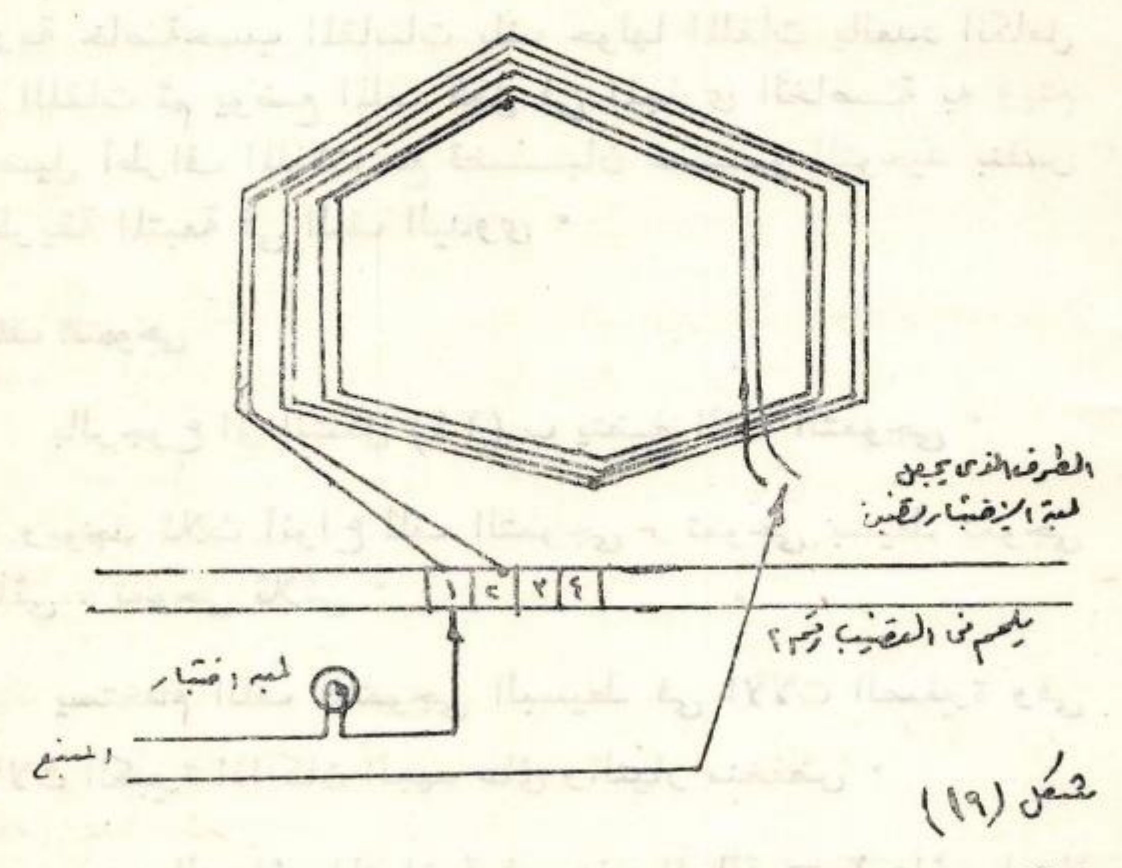
طريقة اللف :

١ ــ ابدأ اللف كالطريقة السابقة ولكن باستعمال سلكين ·

٢ ــ ضـــع البدايتين فى قضـــــبان عضـــــو التوحيد طبقا للمعلومات المأخوذة ، وبعد الانتهاء من عدد اللفات الصـــحيحة حسب الخطوة المحددة ثم أترك النهايتين حرتين ·

٣ ـ ابدأ الملف التالى فى المجرى التى على يمين المجرى التى تحوى الملف الأول وذلك بالنظر الى عضو الاستنتاج من ناحية الموحد اذا كان اللف يمينى ، أو المجرى التى على يسار المجرى ١ اذا كان اللف يسارى .

٤ ـ ضع بدايتى الملف الثانى فى قضبان عضو التوحيد المناسبتين ويجب أن يكون الملف الذى له بداية فى القضيب ١ تكون نهايته فى القضيب ٢ وهكذا ، واذا كان من الصعب تحديد النهاية الخاصة بكل بداية تستخدم لمبة اختبار كما فى الشكل (١٩) .



شكل (١٩)

طريقة عمل ملف لعضو استنتاج بثلاث ملفات لكل مجرى:

وعمل مثل هذا الملف يتم بنفس طريقة الملف السابق ، ولكن تستخدم ثلاث أسلاك بدلا من سلكين وبحيث تتصل البدايات الثلاث فى ٣ قضبان متجاورة على التتابع أما النهايات الثلاث الحرة فتتصل بقضبان التوحيد على التتابع أيضا بحيث تكون **نهاية كل ملف** متصلة بالقضيب المجاور لذلك القضيب

المتصل ببداية نفس الملف وهكذا ، ويمكن التفرقة بين النهايات الثلاث الحرة باستخدام مصباح اختبار آيضا •

اللف بالملف :

كل الملفات التى تم دراستها كانت ملفات معدة يدويا حيث يتم عمل الملف لفة لفة حتى تنتهى عدد اللفات ثم ننتقل الى ملف آخر وهكذا •

واللف اليدوى لايستخدم الا فى حالة أعضاء الاستنتاج الصغيرة أما الأعضاء الكبيرة يستخدم اللف بالملف وذلك بعمل فورمة خاصةحسب المقاسات يلف حولها الملفات بالعدد الكامل من اللفات ثم يوضع الملف ككل فى المجارى الخاصة به ويتم توصيل أطراف الملفات مع قضبان عضو التوحيد بنفس الطريقة المتبعة فى اللف اليدوى •

اللف التموجى

بالرجوع الى الشكل (١٤) ب يتضح اللف التموجى •

ويوجد ثلاث أنواع للف التموجى ، تموجى بسيط تموجى ثنائى ، تموجى ثلاثى •

يستخدم اللف التموجى البسيط فى الآلات الصغيرة وفى الآلات الكبيرة اذا كان الجهد عالى والتيار منخفض •

عدد الدوائر المتوازية فى هذه الحالة = ٢ دائما ولا يعتمد على عدد الأقطاب •

اذا بدأنا من قضيب معين ومررنا حول ملف واحد فاننا لا نأتى فى نهاية هذا الملف الى القضيب الثانى كما فى اللف الانطباقى ولكننا نصل الى قضيب يبعد عن القضيب المتصل بالبداية ما يقرب من ضعف خطوة القطب •

وفى اللف التموجى تحسب خطـــوة الموحد من القانون الآتى :

خ م = (عدد قضبان التوحيد ± ١) / عدد ازواج الاقطاب ويجب ان تكون عدد صحيح .

وعلامة (+) تســتخدم فى اللف المتقـــدم وعلامة (–) تستخدم فى اللف المتقهقر .

مثـــال ٦ :

ملف تموجى لعضو استنتاج ذو **١٣** مجرى وعدد الأقطاب = ٤ ، جوانب الملف لكل مجرى = **٢**

الحـــل :

عدد قضبان التوحيد = (عدد المجارى × عدد جوانب الملف / مجرى) / ٢

(١٣ × ٢) / ٢ = ١٣

خ م = (١٣ ± ١) / ٢ = ٧ أو ٦ (٧ لف متقدم ٦ لف متقهقر)

نأخذ ٦ ويكون اللف وترى قصير

عرض الملف =

= عدد المجـارى / عدد الاقطاب = ١٣ / ٤ = ٣ ١/٤ نأخذ عرض الملف = ٣

∴ خ ١ = (٣ × ٢) + ١ = ٧

خ = ٢ خ م = ٢ × ٦ = ١٢ = خ ١ + خ ٢ ومنها خ ٢ = ٥

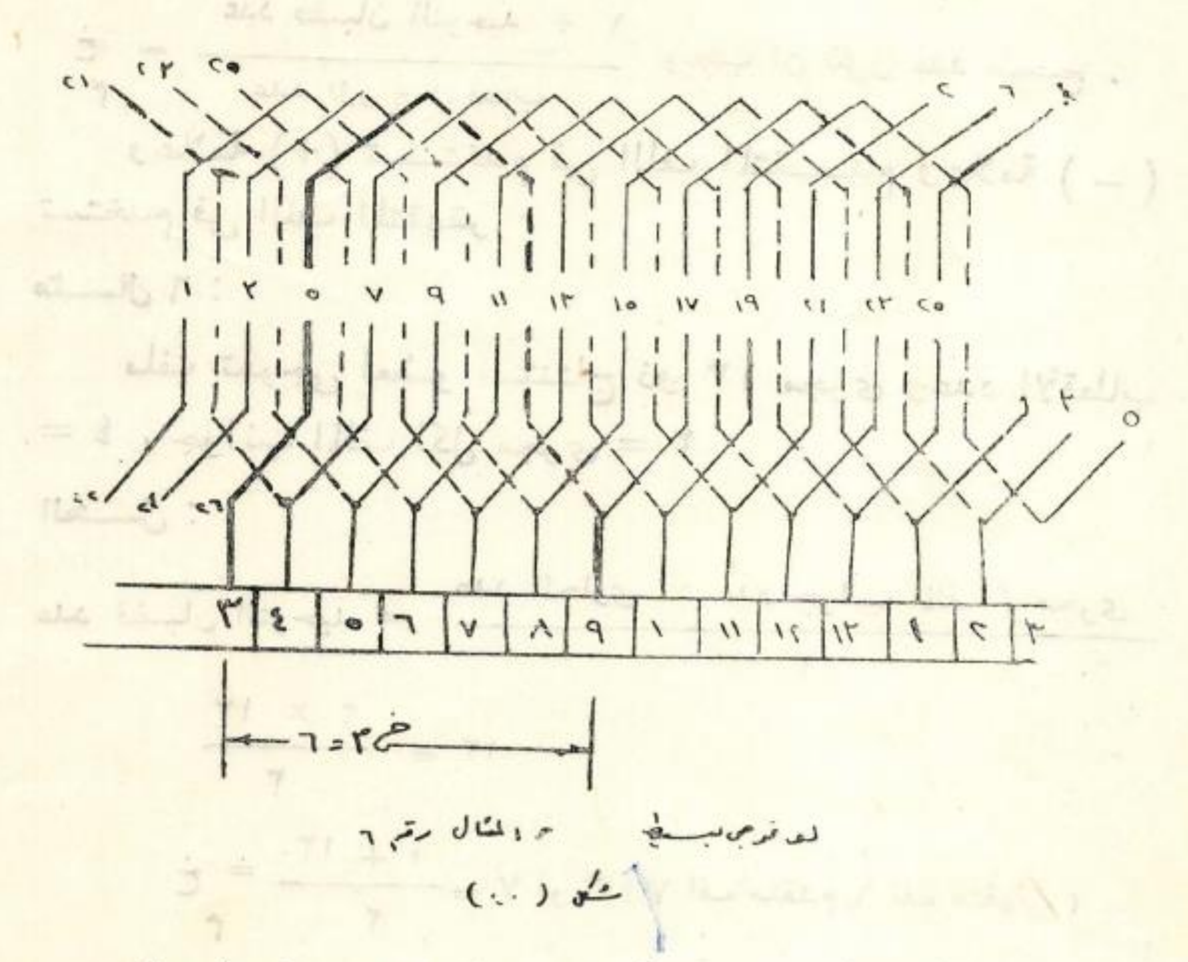
عدد جوانب الملفات = ٢ × ١٣ = ٢٦

جدول اللف :

١٣ ٢٥ ١١ ٢٣ ٩ ٢١ ٧ ١٩ ٥ ١٧ ٣ ١٥

٨ ٢٠ ٦ ١٨ ٤ ١٦ ٢ ١٤ ٢٦ ١٢ ٢٤ ١٠ ٢٢

والشكل (٢٠) يوضح الرسم الانفرادى وطرق توصيلها مع قضبان الموحد .



لف تموجي بسيط ... المثال رقم ٦
شكل (٢٠)

وفى اللف التموجى يمكن استخدام فرشتين فقط ولا نعتمد على عدد الأقطاب .

فى حالة اللف التموجى المتضاعف (ثنائى أو ثلاثى) تكون خطوة الموحد كما يلى :

$$خ_م = \frac{\text{عدد قضبان التوحيد} \pm ن}{\text{عدد أزواج الاقطاب}}$$ حيث ن تحدد

درجة التضاعف أى ن = ٢ لف ثنائى ، ن ± = ٣ لف ثلاثى) .

مثـــال ٧ :

لف تموجى مزدوج (ثنائى) عدد المجـــارى ٢٠ ـ عدد الأقطاب ٤ ـ جانبى ملف لكل مجرى

الحـــل :

$$\text{عدد قضبان التوحيد} = \frac{٢٠ \times ٢}{٢} = ٢٠$$

$$خ_م = \frac{٢٠ + ٢}{٢} = ١١ \text{ لف متقدم أو ٩ لف متأخر}$$

$$\text{عرض الملف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الاقطاب}} = \frac{٢٠}{٤} = ٥ \quad \text{ملف قطرى}$$

$$خ_١ = (٢ \times ٥) + ١ = ١١$$

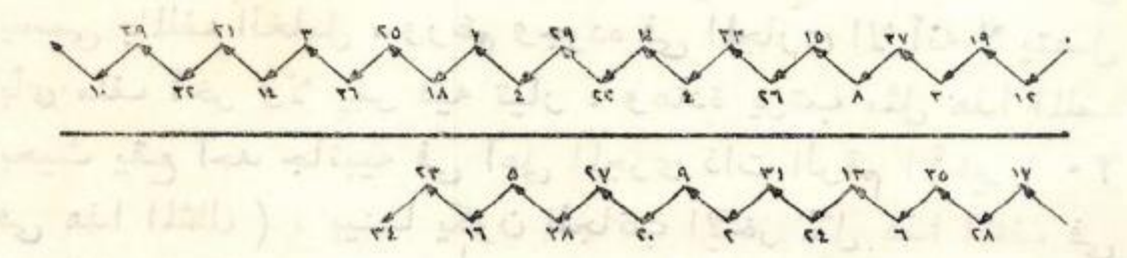
$$خ = ٢خ_م = ٢ \times ٩ = ١٨ \qquad \text{لف متقهقر}$$

$$خ = خ_١ + خ_٢$$

$$١٨ = ١١ + خ_٢ \therefore خ_٢ = ٧$$

عدد جوانب الملفات = ٤٠

جدول اللف :



وعادة اذا كانت (ن) ، (خم) لا يوجد بينهما معـــامل مشترك فان الملف يكون ملف واحد متصل (دائرة واحدة) ·

اللف التموجي ذو الملفات الخاملة :

كما عرفنـــا فى اللف التموجى يجب أن يتحقق شرطين لاختيار عدد قضـــبان التـــوحيد ـ الشرط الأول هو أن عدد

قضبان التوحيد = عدد المجارى مضروب فى عدد الملفات لكل مجرى ،

اما الشرط الثانى هو خ = $\frac{\text{عدد قضبان التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$ = عدد صحيح
م

ومع ذلك فى التطبيق العملى توجد بعض الملفـــات التى لاتحقق الشرطين معا والمثال التالى يوضح ذلك : اذا كان عدد المجارى = ٢٠ عدد الملفات / مجرى = ١ عدد الأقطـاب = ٤ طبقا للشرط الأول عدد قضبان التوحيد = ٢٠ × ١ = ٢٠

وبتطبيق الشرط الثانى خ م = $\frac{20 \pm 1}{2}$ لا تساوى عدد صحيح

ولتحقيق الشرط الثانى وحتى تكون خطوة الموحد عـدد صحيح يجب أن يكون عدد قضبان الموحد عدد فردى وفى المثال السابق يلزم أن نختار عدد قضبان التوحيد = ١٩ قضـــيب بدلا من ٢٠ بصرف النظر عن تحقيق الشرط الأول ، ولـكن فى هذه الحالة نضطر الى ترك ملف كامل بدون أى توصيل مع عضو التوحيد أى أن أطرافه المرنه تقطع ومثل هذا الملف يسمى يسمى بالملف الخامل ، ورغم وجوده فى المجارى الا أنه لا يتصل بأى ملف آخر ولا يمر فيه تيار ، وعادة يرتب مثل هذا الملف بحيث يقع أحد جانبيه فى أعلى المجرى ذات الرقم الأخير (٢٠ فى هذا المثال) ، بينما يكون الجانب الآخر لمثل هذا الملف فى قاع المجرى التى تبعد عن المجرى السابقة بعدد من المجـارى يساوى عرض الملف •

والملفات ذات الملف الخامل لا توجد الا فى اللف التموجى فقط حيث لا يتوقف عدد قضبان التوحيد فى اللف الانطباقى على الشرطين السابقين معا بل يحقق الشرط الأول فقط •

ووجود مثل هذا الملف الخامل يسبب عدم توازن ملفـات

الاســـتنتاج كما يسبب حدوث شرر عند الفرش ، والنحاس المستخدم فى هذا الملف لا يؤدى أى وظيفة كهربية ولكن الفراغ الذى يشغله هذا الملف يجب ألا يترك خاليا أو يملأ بمادة خفيفة عازلة حتى لا يؤدى ذلك الى انحراف مركز ثقل عضو الاستنتاج ويصعب عمل الاتزان لعضو الاستنتاج ٠

اللف المتقدم واللف المتقهقر :

فى حالة اللف التموجى وبالرجوع الى المعادلة

$$خ_م = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} \pm ن}{\text{عدد زواج الاقطاب}}$$

حيث ن = ١ لف بسيط ، ٢ لف ثنائى ، ٣ لف ثلاثى ٠

خم يمكن أن تكون لها قيمتين قيمة كبيرة اذا اســتخدمت علامة (+) فى القانون السابق وفى هذه الحالة يسمى باللف المتقــدم ، أما اذا اســتخدمت علامة (ــ) تكون خطوة الموحد قيمة صغيرة ويكون اللف متأخر ٠

وعادة اتجاه دوران عضو الاســـتنتاج فى حالة المحرك ينعكس اذا استبدلنا اللف المتقدم باللف المتأخر أو بالعكس ٠

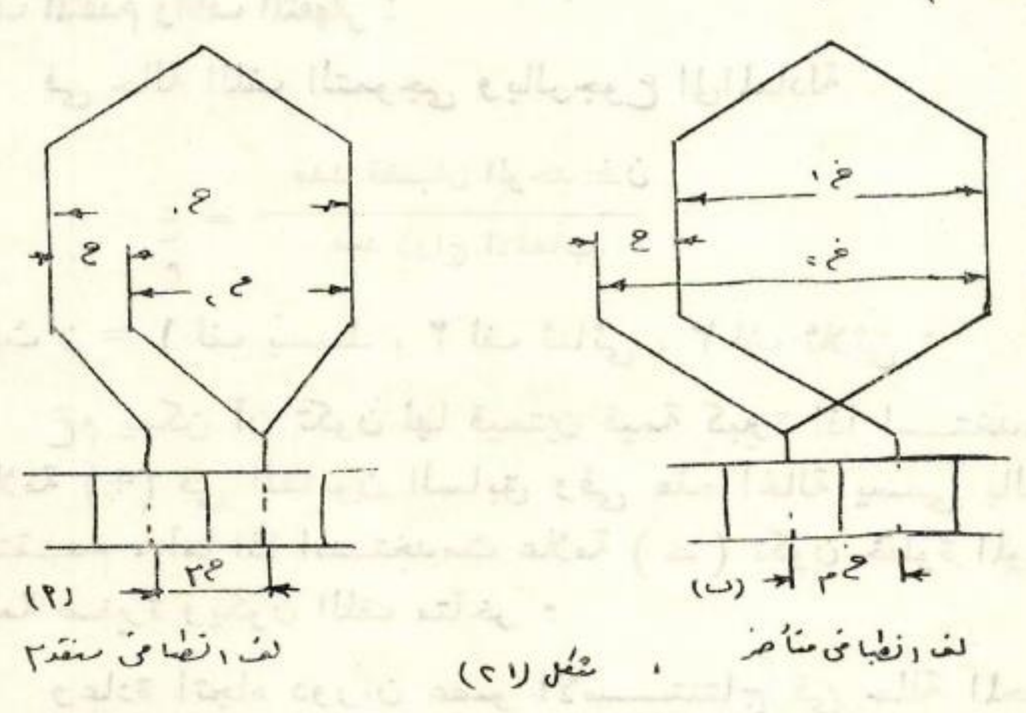
فمثلا اذا كان منتج به ٢٣ مجرى وعدد ملفات كل مجرى = ١ وعدد الأقطاب = ٤ ــ تموجى بسيط فى هذه الحالة عدد قضبان التوحيد = ٢٣ × ١ = ٢٣ ٠

$$خ_م = \frac{٢٣ \pm ١}{٢} = ١٢ \text{ أو } ١١$$

فى اللف المتقــدم خم = ١٢ بمعنى أن بداية الملف الاول تتصل بالقضيب رقم ١ ونهايته بالقضيب رقم ١٣ فى اللف المتقهقر خم = ١١ أى بداية الملف تتصل بالقضـــيب رقم ١

ونهاية نفس الملف للقضيب رقم ١٢ كما يتضح ذلك من شكل (أ ، ب) .

أما فى حالة اللف الانطباقى فان خم = ن دائما حيث ن = ١ لف بسيط ، ٢ لف ثنائى ، ٣ لف ثلاثى ويتضح الفرق بين اللف الانطباقى المتقدم والانطباقى المتأخر من الشكل (٢١) أ ، ب .



توصيلات التعادل :

كل دائرة متوازية فى اللف الانطباقى تقع تحت زوج من الأقطاب المتجاورة واى اختلاف فى الفيض المغناطيسى الناتج من أزواج الأقطاب المختلفة يؤدى الى عدم تساوى ق . د . ك المستنتجة فى الدوائر المتوازية ، والاختلاف فى الفيض المغناطيسى ينتج من عدم انتظام الثغرة الهوائية بين الأقطاب وعضو الاستنتاج أو ونتيجة عمل فتحات (ثقوب) فى هيكل الآلة .

والقوة الدافعة الكهربية الغير متساوية تسبب مرور تيارات من دائرة متوازية الى دائرة أخرى خلال الفرش

والوصلات بين الفرش التى لها نفس القطبية حيث أن قيمـه مقاومة الدوائر المتوازية تكون صغيرة نسبيا فان أى قيمة ولو صغيرة للتغير فى (ق . د . ك) يؤدى الى مرور تيارات كبيرة مما يسبب حمل كبير على الفرش ويسبب شرر على سطح الموحد ويمكن تفادى حدوث هذه التيارات لتزويد ملفات الاستنتاج بتوصيلات تصنع منموصلات نحاسية تستخدمللتوصيل الداخلى بين قضبان الموحد التى تقعتحت الفرش التى لها نفس القطبي

وعندما تستخدم توصيلات التعادل لا تمر هذه التيـارات خلال الفرش كما أن لهذه التوصـــيلات وظيفة أخرى بجانب عدم تحليل الفرش وهى استبعاد الســـبب فى تكوين هذه التيارات .

ويتم ترتيب توصـــيلات التعادل بين نقط على ملفـات الاستنتاج من الجوانب أو بين قضبان الموحد قبل وضع الملفات فى المجارى والنقط التى يتم توصيلها لبعضها يجب أن يكون لكل منها نفس الجهـــد الكهربى فى كل اللحظات أى يجب أن تنحرف عن بعضها ٣٦٠ه كهربية .

وفى الآلات ذات القدرة المتوسطة لاتستخدم هذه التوصيلات لكل قضبان التوحيد حيث يكتفى بوصلة واحدة لكل مجـرى وهذا يجعل عدد وصلات التعادل مساوية لعدد المجارى .

وخطوة وصلة التعادل = $\frac{\text{عدد قضبان التوحيد}}{\frac{1}{2}\ \text{عدد الدوائر المتوازية}}$ ويجب أن تكون قيمة هذه الخطوة.

مســـاوية لعـــدد صحيح بمعنى أنه يجب أن يقبل عدد قضبان التوحيد القسمة على عدد أزواج الدوائر المتوازية بدون باق .

ويوجد نوعين من الوصـــلات المتعـادلة احداهما تسمى بالوصلة الحلقية والأخرى تكون على شكل حرف (U) وتصنع وصلات التعادل من سلك ذو مقطع من (١/٥ الى ١/٣) مساحة مقطع السلك المستخدم فى ملفات الاستنتاج .

في حالة الآلات ذات الأربعة أقطاب يجب ان تصل وصلات التعادل بين نقطتين متضادتين على ملف الاستنتاج تفصل بينهما مسافة تساوى ضعف خطـوة القطب حيث خطـوة القطب

$$= \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} \cdot$$

ولتسهيل عمل هذه الوصلات فانها تشكل على هيئة حلقة ثم يخرج منها أطراف تقسيم = عدد أزواج الأقطاب ، واللف التموجى البسيط لا يحتاج الى وصلات متعادلة لأن الموصلات فى كل دائرة متوازية تقع تحت كل الأقطاب وتأثير الاختلاف فى الفيض المغناطيسى للأقطاب يكون متساوى فى كلا الدائرتين المتوازيتين ، ق ٠د٠ك لكل منهما تكون متساوية أيضا ٠

وهذا لا يكون صحيحا فى اللف التموجى المتضاعف لذلك فهذا النوع من اللف يحتاج لوصلات تعادل ٠

مثال ٨ :

حدد خطوة وعدد وصـلات التعـادل لمنتج ملفوف لف انطباقى ٠

عدد المجارى = ٥٤   عدد الأقطاب = ٦   عدد الملفات لكل مجرى = ٣

الحـل :

عدد قضبان الموحد = ٥٤×٣=١٦٢

خطوة وصلة التعادل = ١٦٢ ÷ ٣=٥٤

$\frac{1}{2}$ عـدد الدوائر المتوازية = عدد أزواج الأقطـاب لف انطباقى بسيط ٠

∴ عدد قضبان التوحيد التى يتم توصيلها بوصلة واحدة = عدد أزواج الأقطاب أى أن عدد الوصلات = ٥٤ وصلة ٠

وللتوفير فى النحاس المستخدم فى هذه الوصـلات يمكن اختيار الوصلات بترك قضـيبين بين كل وصلة والتى تليها بمعنى أنه يمكننا استخدام وصـلات عددها = $\frac{٥٤}{٣}$ = ١٨ وصلة فقط .

وترتيب الوصلات يكون كالتالى :

الوصلة الأولى ١ ـ ٥٥ ـ ١٠٩ ـ ١ ٣ نقط تقسيم

الوصلة الثانية ٤ ـ ٥٨ ـ ١١٢ ـ ٤ ٣ نقط تقسيم

الوصلة الثالثة ٧ ـ ٦١ ـ ١١٥ ـ ٧ ٣ نقط توصـيل

وهكذا حتى ١٨ وصلة .

سادسا لحام الموحد

سبائك اللحام :

عملية اللحام هى احدى الطرق الاساسية المسـتخدمة فى وصـل اجزاء الآلات الكهربية ويسـتخدم اللحام فى توصـيل الاطراف المرنة للملفات مع قضبان الموحد .

يعتمد اللحام على قابلية سبيكة اللحام للصهر والتى تصنع من معادن مختلفة حيث تلتصق هذه السبيكة بأسطح الوصـلة حتى تنتج فى النهـاية استمرارية فى التوصيل المعدنى بين الاطراف وفى التطبيق العملى هناك نوعان من السـبائك هى سبائك صلبة (صلدة) وسبائك لينة .

والسبائك اللينة عادة تكون سبيكة من القصدير والرصاص بنسب مختلفة والثغرات أو الفجوات الضيقة والعميقة كما فى حالة قضبان الموحد تحتاج الى سبيكة لحام ذات نسبة عالية من القصدير واذا كانت الفجوات التى ستلحم بها الاطراف واسعة لا يمكن استخدام سبيكة لحام ذات نسبة عالية من التصـدير لان هذه السبيكة سوف تسيل من الفجوة .

وعملية القصدرة (الطلاء بالقصدير) تتطلب سبيكة محتوية على نسبة قصدير أقل من نسبة القصدير المستخدمة فى سبيكة اللحام ٠

وعندما تكون الملفات مصنعة من سلك الومنيوم تكون عملية اللحام اصعب كثيرا لان الألومنيوم يكون على سطحه طبقة من الأكسيد بسرعة ومع ذلك يمكن الحصول على وصلات ذات جودة مناسبة باستخدام سبائك خاصة وطرق مناسبة ٠

مساعدات الصهر (الفلكس) :

للتاكد من المتانة الكافية لوصلة اللحام يجب ان ينظف السطح المراد لحامه من الشوائب والشحوم والزيوت ويجب اجراء التنظيف ميكانيكيا اى باستخدام مبرد أو مكشطه او ورق سنفرة والسطوح المعدنية دائما تغطى بطبقة رقيقة من الصدأ (الأكسدة) لذلك فان التنظيف قبل اللحام لا يكون كافيا لضمان اللحام الجيد حيث يجب منع المعدن المراد لحامه من الأكسدة مرة ثانية اثناء عملية اللحام ٠ ولهذا الغرض تستخدم مركبات كيميائية مختلفة تسمى بالفلكس أو (مساعدات الصهر) ووظيفة الفلكس هى اذابة الصدأ أو الأكسيد الذى يتكون على الاسطح مالمراد وصلها لحماية كل من المعدن المراد لحامه وسبيكة اللحام من الاكسدة اثناء عملية اللحام ، بالاضافة ان الفلكس يحسن قابلية سبيكة اللحام للتدفق (السيولة) والالتصاق بالمعدن وعند اختيار الفلكس يجب ان نأخذ فى الاعتبار العوامل الاتية :

١ ـ يجب ان تكون درجة انصهار الفلكس اقل من درجة انصهار السبيكة ٠

٢ ـ يجب ألا يتحد الفلكس معالمعدن أو سبيكةاللحامكما يجب ألا يكون من السهل نزعه بعد التبريد ٠

٣ ـ يجب ان يطفو الفلكس علىالسطح ولا يبقى فىالوصلة ٠

٤ ـ يجب الا يكون الفلكس ضار بالصحة ٠

٥ ـ الفلكس لا يمكن ان يحل محـــل التنظيف الميكانيكى للاسطح المراد لحامها لان الفلكس لا يمـكنه ازالة نقط الشحوم والزيوت أو الشوائب ذات التركيب العضوى .

ومساعدات الصهر توجد اما على شكل مسحوق (بودرة) أو سائلة . والفلكس المستخدم عادة فى اللحام بســـبيكة (القصدير والرصاص) فى الوصـلات الكهربية عبارة عن معجون صمغى وهذا الفلكس يكون مناسـبا بالاخص لعمـــل الوصلات الكهربية كذلك للاسباب الاتية :

(أ) لايؤدى للتآكل ولا تبعث منه الابخرة التى قد تسبب اتلاف العازل .

(ب) الطبقة الرقيقـة التى يـكونهـا هذا الفلكس عند التبريد تكون صلدة وتحمى الوصلة من التآكل .

(جـ) الطبقة الرقيقة تكون مقاومة للرطوبة وتمنع من بقاء اى أكسوجين نشط كيميائيا تحت هذه الطبقة فى وصلة النحام .

تستخدم كاوية اللحام الكهربيـة فى اللحام بالسـبائك اللينة حيث تصـل درجة حرارة الوصـلة الى الدرجة اللازمة لسيل السبيكة فى الوصلة .

لحام الموحـد :

فى الموحدات الصغيرة حيث تتصل الاطراف المرنة مباشرة الى القضبان النحاسية يمـكن عمل لحام الموصلات بكفاءة عالية باستخدام كاوية اللحام الكهربية العادية .

أما عندما يكون للموحد مقاسات كبيرة تكون للقضـــبان النحاسية توصيلية عالية للحرارة مما يجعل من الصعب رفع درجة حرارتها الى الدرجة اللازمة لاجراء اللحــام باسـتخدام كاوية اللحام الكهربية مباشرة . لذلك فان الموحدات الكبيرة

تحتاج للتسخين قبل اللحام ويتم ذلك باستخدام لمبة لحام (لهب بورى لحام) حيث يوضع الموحد فى وضـــع مائل بحيث يكون الموحد متجه لأسفل ويوجه اللهب الى السطح الاسطوانى للموحد ويدار الموحد ببطء حتى تصل درجة حرارة القضبان النحاسية الى درجة صهر سبيكة اللحام وعادة لا يسمح لغير عامل اللف ذو المهارة العالية للعمل بلمبة اللحام ·

طريقة اللحام بالكاوية :

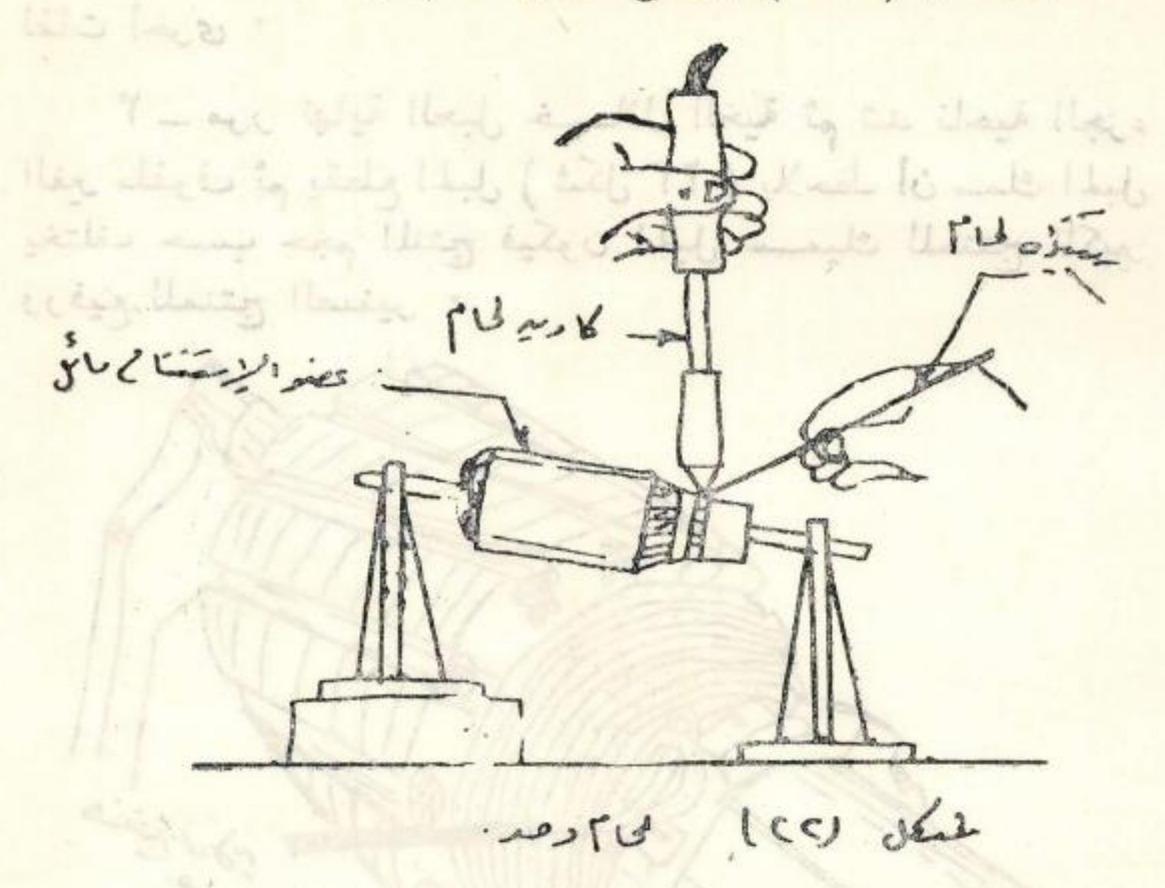
١ ــ ضع عضو الاستنتاج مائل بحيث يكون الموحد لأسفل ·

٢ ــ ضع معجون اللحام (الفلكس) على كل طرف موصل بداخل قضيب الموحد ·

٣ ــ ضـــع كاوية اللحام على الموحد واتركها فترة زمنية تكفى لانتقال الحرارة الى ســـطح قضـــيب الموحد المراد لحـــامه ويستدل على ذلك بظهور فقاعات من الفلكس ·

٤ ــ ضع سبيكة اللحام على الموحد بجانب سن الكاوية واترك السبيكة تنصهر وتسيل داخل مجرى الموحد قبل أن ترفع الكاوية وبالتـــالى تســـيل الســـبيكة حول الاطراف المراد لحـــامها مع مراعاة ألا تســـيل ســـبيكة اللحام الى النـــاحية الخلفية من الموحد حتى لا تسبب قصر بين الملفات كذلك يراعى ألا تسيل سبيكة اللحام الى القضبان المجاورة حتى لا يحدث قصر بين هذه القضبان ·

والشكل (٢٢) يوضح عملية لحام موحد ٠



شكل (٢٢) لحام موحد

سابعا : ربط المنتج

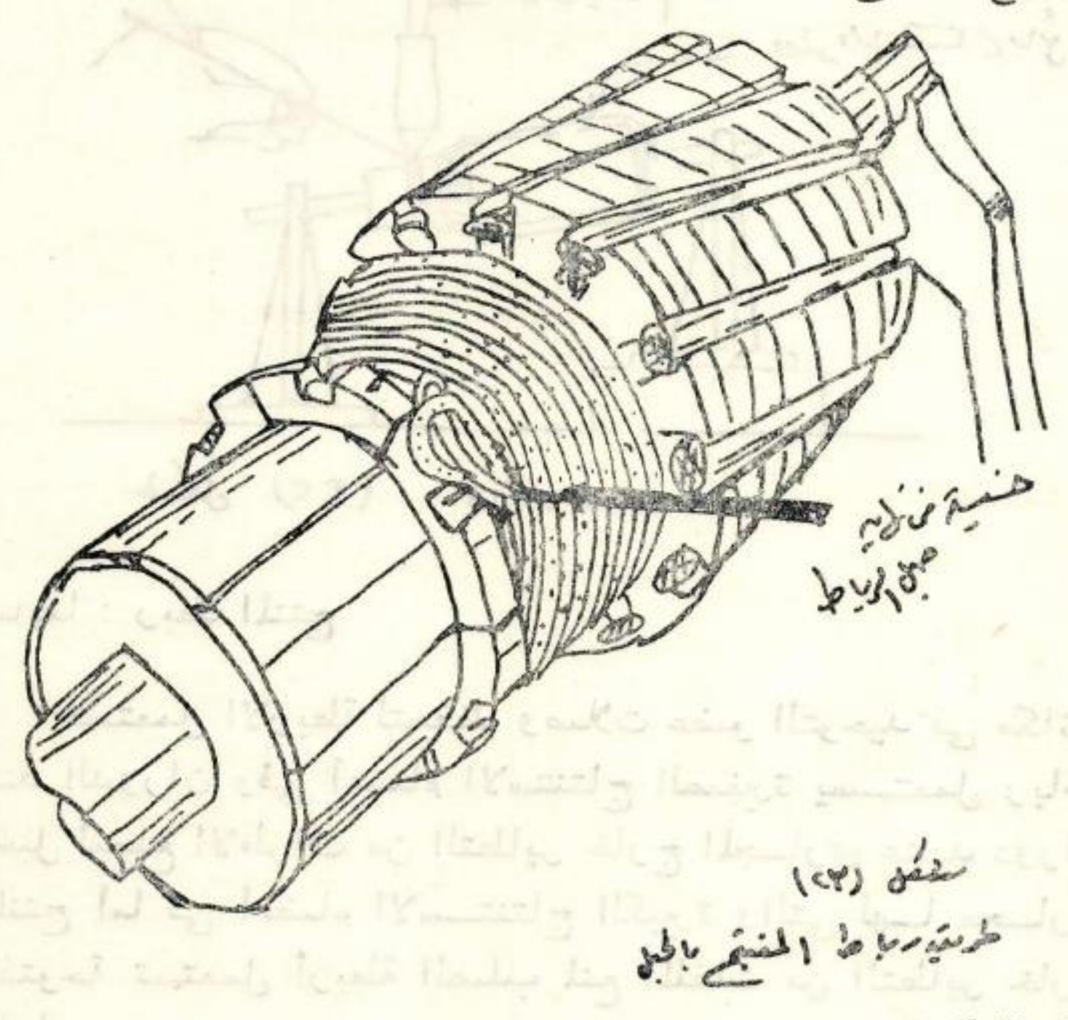
تستعمل الاربطة لتحفظ وصلات عضو التوحيد فى مكانها عند الدوران وفى أعضاء الاستنتاج الصغيرة يستعمل رباط الحبل ليمنع الاطراف من التطاير خارج المجارى عند دوران المنتج أما فى أعضاء الاستنتاج الكبيرة والتى لها مجارى مفتوحة تستعمل أربطة الصلب لمنع الملفات من التطاير خارج المجارى ٠

طريقة اللف بأربطة الحبال :

١ ـ ابدأ فى لف الحبل حول الجوانب البارزة للملفات خارج المجارى ٠ من ناحية الموحد وذلك بعمل عدة لفات مع ترك مسافة مناسبة عند البداية أى ناحية المجارى بدون لف ٠

٢ ـ اصنع من بداية الحبل خيـة ثم لف حول الخيـة عدة لفات أخرى ·

٣ ـ مرر نهاية الحبل خـلال الخية ثم شد ناحية الجزء الغير ملفوف ثم يقطع الحبل (شكل ٢٣) يلاحظ أن سمك الحبل يختلف حسب حجم المنتج فيكون الحبل سـميك للمنتج الكبير ورفيع للمنتج الصغير ·



شكل (٢٣)
طريقة رباط المنتج بالحبل

اربطة الصلب :

توضع أربطة الصلب في الناحية الامامية والخلفية للملفات وطريقة لف أربطة الصلب تختلف عن طريقة لف الحبال ·

الطريقة هى :

١ ـ جهز رباط الصلب بالمقاس المحدد طبقا للبيانات المأخوذة

٢ ـ ثبت المنتج على مخرطة ·

٣ ـ لف المنتج بأكمله بورق الميكا العازل ٠

٤ ـ ضع أشرطة صغيرة من الصفيح موازية لمحور المنتج واربط حولها برباط حبل كى يحفظ الورق وأشرطة الصفيح فى مكانها ٠

٥ ـ حرر رباط الصلب من البكرة الملفوف حولها الى المنتج المراد ربطه خلال ماسك خاص يثبت جيدا على فرشى المخرطة وفائدة هذا الماسك هو أن يلف سلك الصلب بحيث يكون مشدود تماما على المنتج مع مراعاة ألا يزيد هذا الشد عن الحد اللازم للتثبيت وحتى لا يتعرض سلك الصلب للقطع ٠

٦ ـ بعد عمل الرباط تثنى قطع الصفيح على الرباط وتلحم بالقصدير ٠

٧ ـ تكرر الاربطة فى أماكن أخرى من المنتج بنفس الطريقة ٠

الأربطة الشريطية :

تستخدم بعض الورش الآن شريط منسوج من الزجاج المعامل بالالياف الصناعية واصباغ خاصة ويربط هذا الشريط بنفس الشد المستعمل فى سلك الصلب تقريبا وذلك باستعمال أداة خاصة بضبط هذا الشد وفى هذه الحالة يستحسن أن يكون المنتج ساخن قبل لف هذا الشريط ليمنع تكون فراغ بين طبقات الرباط ٠

ويكون الشد المستخدم تقريبا حوالى ٥٠ رطل كما يمكن أن يكون عدد طبقات الشريط حوالى ٥ طبقات متداخلة تغطى سطح المنتج ويمكن أن تثبت الاربطة على المنتج بالضغط عليها خفيفا بكاوية لحام ساخنة فينصهر الشريط وتلتصق الطبقات كل طبقة بالأخرى وبعد الانتهاء من ربط المنتج يغمر المنتج فى ورنيش ثم يجفف ويجب التنويه أن هذا النوع من الاربطة تستخدم فى آلات التيار المستمر ذات الجهد العالى ٠

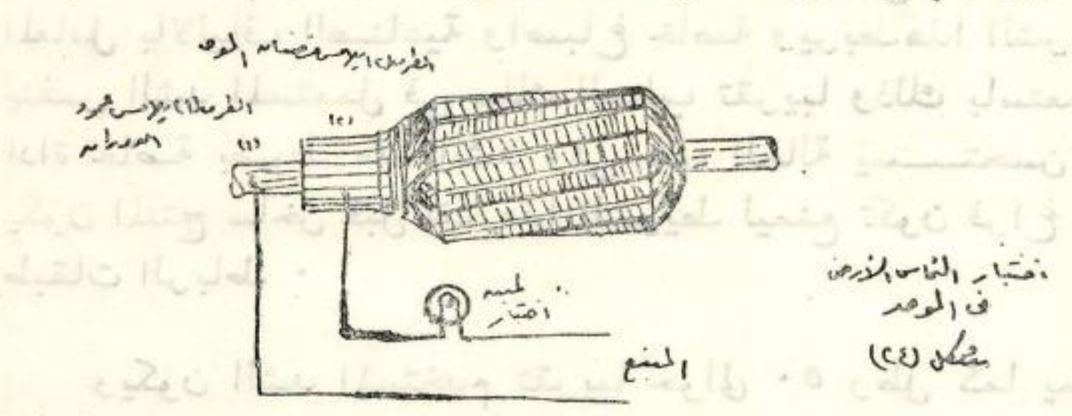
تحديد الخلل واصلاحه

الاختبارات

اختبارات الموحد :

يجب اجراء اختبار الموحد قبل لف المنتج حتى نتدارك أى خطأ فى الموحد لسهولة الاصلاح قبل اللف .

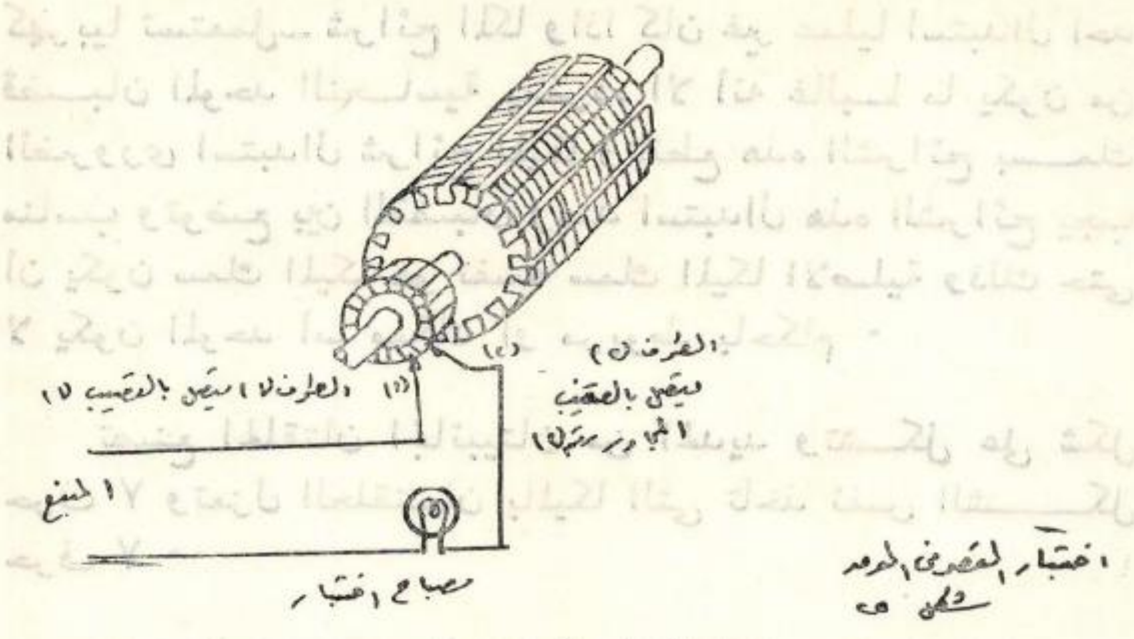
١ ــ اختبار التماس الأرضى فى الموحد : معنى التماس الأرضى فى الموحد أن القضبان النحاسية تكون متلامسة مع القلب الحديدى المثبتة عليه ولاجراء اختبار الموحد المتماس أرضى يستخدم دائرة لمبة اختبار ونصل أحد طرفي دائرة الاختبار بعـــامود الدوران ونحرك الاخرى بين قضـــبان الموحد بالتتابع حتى ننهى اختبار كل القضبان فاذا كان أحد هذه القضبان متماس مع جسم العامود فان اللمبة تضىء . وعند القضبان السليمة أى المعزولة جيـدا فان دائرة اللمبـة الاختبار تكون مفتوحة ولا تضىء اللمبة كما فى شكل (٢٤)



اختبار التماس الأرضى فى الموحد
شكل (٢٤)

٢ ــ اختبار القصر فى الموحد : والقصر فى الموحد يعنى أن الميكا العـازلة بين القضـبان تكون قد تلفت فتتمـاس القضبان ببعضها وتستخدم لمبة اختبار لهذا الغرض وذلك بتثبيت أحد طرفى دائرة الاختبار مع أحد القضبان ونحرك الطرف الآخر للقضيبين المجاورين على التتابع فاذا أضاء

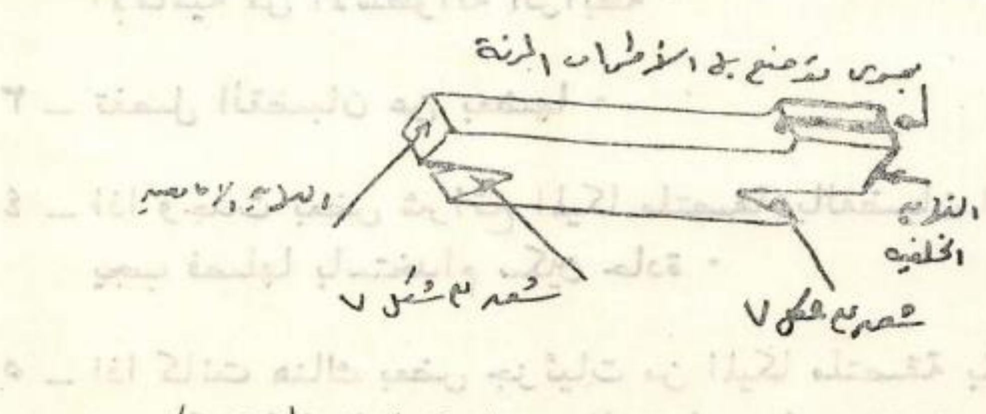
المصباح دل ذلك على وجود قصر بين القضيبين وهكذا حتى نختبر كل قضبان الموحد كما فى شكل (٢٥) ٠



اصلاحات الموحـد

يشتمل الموحد على عدد من القضبان النحاسية وعدد مساو له من قطاعات الميكا وقلب حديدى مكون من حلقتين جانبيتين ثم على اسـطوانة رابطة مثبت عليهـا القضبـان وقطـاعات النيكل ٠

وتشكل القضبان النحاسية كما فى شكل (٢٦) لها جوانب مائلة بحيث يكون الجانب العريض لأعلى أما من الجهة السفلية تقطع القضبان من جوانبها قطع على شكل حرف V بحيث يكون



شكل (٢٦) (قضيب الموحد)

مقاس هذا القطع ملائم للحلقتين الجانبيتين اللتين تثبت بهما
هذه القضبان بجانب بعضها ولعزل هذه القضبان عن بعضها
كهربيا تستعمل شرائح المكا واذا كان غير عمليا استبدال أحد
قضبان الموحد النحاسية بمفرده الا أنه غالبا ما يكون من
الضروري استبدال شرائح الميكا وتقطع هذه الشرائح بسمك
مناسب وتوضع بين القضبان وعند استبدال هذه الشرائح يجب
أن يكون سمك الميكا هو نفسه سمك الميكا الاصلية وذلك حتى
لا يكون الموحد أما مفككك أو مربوط باحكام ٠

تصنع الحلقتان الجانبيتان من الحديد وتشكل على شكل
حرف ٧ وتعزل الحلقتان بالميكا التى تأخذ نفس الشكل
حرف ٧ ٠

تثبت الحلقتين فى القطاعات ذات شكل حرف ٧ التى توجد
فى اسفل القضبان النحاسية فتثبت هذه القضبان معا وتربط
القضبان النحاسية مع الحلقتين شكل ٧ بواسطة مسمار قلاووظ
كبير يمتد من حلقة الى أخرى أما الموحدات التى تثبت
قضبانها بالبرشام لا يمكن اعادة عزلها ٠

فك الموحد :

١ ـ يحل مسمار القلاووظ ٠

٢ ـ يطرق طرقا خفيف على القضبان حتى تخرج الحلقة ٧
الامامية من الاسطوانة الرابطة ٠

٣ ـ تفصل القضبان عن بعضها ٠

٤ ـ اذا وجدت بعض شرائح الميكا ملتصقة بالقضبان النحاسية
يجب فصلها باستخدام سكين حادة ٠

٥ ـ اذا كانت هناك بعض جزئيات من الميكا ملتصقة بالقضبان
يجب كشطها فاذا نتج عن القشط سطح خشن يستخدم

ورق سنفرة متوسط الخشونة لتنعيم جانبى القضبان مع مراعاة الاحتفاظ بشريحة كاملة من الميكا حتى يمكن تحديد سمكها بواسطة ميكروميتر .

تشكيل قطع الميكا :

أ ـ حدد سمك شريحة الميكا .

٢ ـ اقطع العدد اللازم من الشرائح بحيث يكون طول الشريحه مساوية لطول القضيب النحاس وعرض الشريحة يساوى عرض القضيب مع عمل السماح اللازم لعملية القص .

٣ ـ بتشكيل حرف ٧ فى شرائح الميكا توضع مجموعة من المستطيلات السابق قطعها بين قضيبين ثم تربط المجموعة بين فكى المنجلة بحيث يكون القضيبين متقابلين تماما ثم يستعمل منشار يدوى لقطع الميكا مع مراعاة الا يلمس سلاح المنشار القضبان النحاسية ثم اعكس وضع المجموعة واقطع الميكا من الجهة الأخرى وتنعم بعد ذلك احرف الميكا المقطوعة باستخدام مبرد ثم بعد فك المجموعة من المنجلة يجب تنعيم جوانب الشرائح بخفة باستعمال سنفرة ناعمة .

خطوات اعادة تجميع موحد :

١ ـ ضع حلقات الميكا فى موضعها على الحلقة حرف ٧ الحديدية مع تعريضهما للهب بورى حتى يصبحا متلائمان .

٢ ـ ضع قضيب نحاس فى مكانه على الحلقة ٧

٣ ـ ضع شريحة ميكا بجانب القضيب وهكذا حتى تنتهى القضبان النحاسية وكل شرائح الميكا مع مراعاة ان تحفظ الحلقة حرف ٧ فى مكانها عند التجميع .

٤ ـ ضع الحلقة ٧ العلوية فى مكانها ثم اربط القلاووظ

٥ ــ بعد الانتهاء من التجميع يجب التأكد من ان كل قضبان الموحد متحازية على نفس السطح ٠

٦ ــ يختبر الموحد بعد عملية التجميع ٠

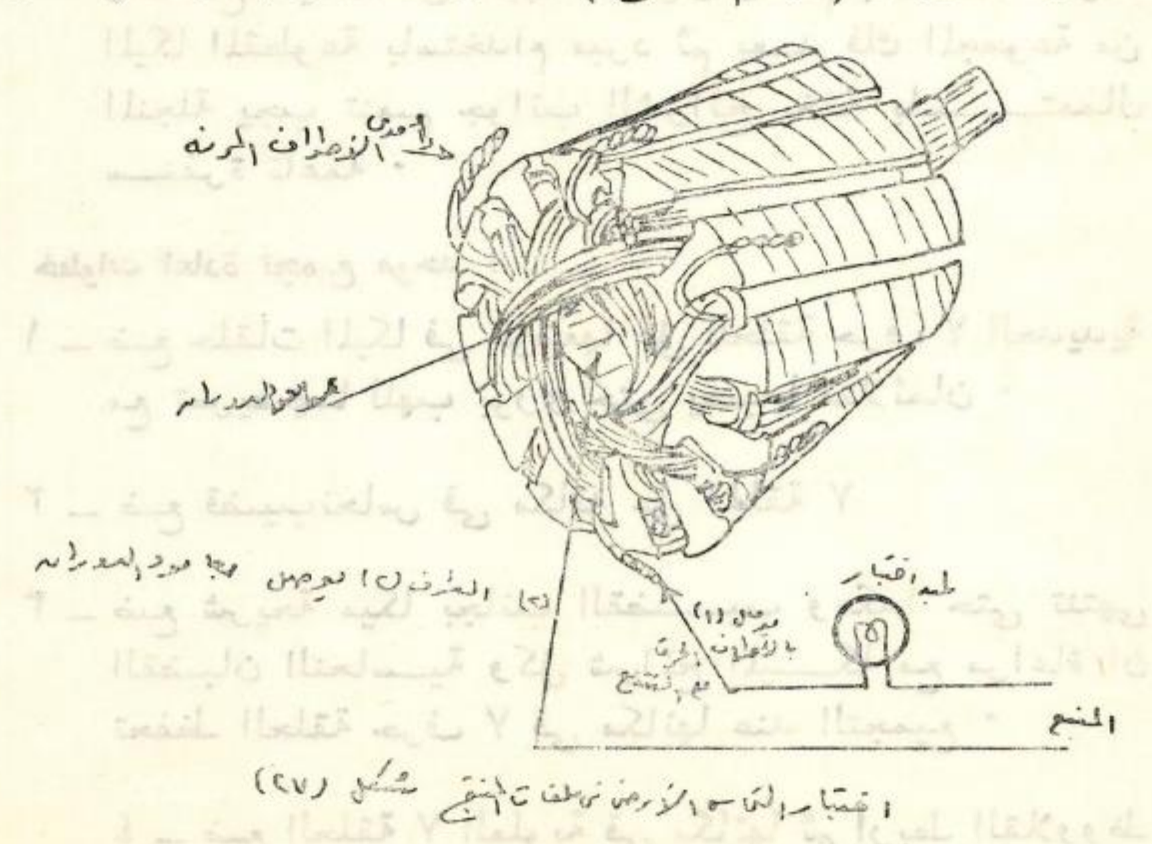
اختبارات ملفات الاستنتاج

بعد لف عضو الاستنتاج يلزم بعض الاختبارات لاكتشاف أى خطأ من المحتمل حدوثه أثناء عملية اللف وهذه الاختبارات تشمل اختبار التماس الأرضى والقصر والفتحات والأطراف المعكوسة وذلك باستخدام جهز الجرولر (الزوام) أو جهاز ميللى فولتميتر ٠

اختبار التماس الأرض

أولا قبل توصيل الاطراف المرنة للملفات بقضبان الموحد :

تستخدم لمبة الاختبار والشكل (٢٧) يوضح الطريقة وتتلخص فى وضع طرف من اطراف دائرة الاختبار ملامسا لعمود الدوران (جسم المنتج) والطرف الآخر يتحرك ليلامس



الاطراف الحرة فاذا اضأت اللمبة دل ذلك على وجود تماس بين الملف الذى يتصل طرفه باللمبة وبين جسم المنتج ويلزم فى هذه الحالة التخلص من هذا التماس بعمل العزل الجيد فى الاماكن التى يحتمل حدوث التماس عندها ٠

ثانيا بعد توصيل اطراف الملفات بقضبان الموحد :

فى هذه الحالة يجرى نفس الاختبار السابق فاذا أضاءت اللمبة فان التماس يكون له احتمالين أولهما تماس بين قضبان الموحد وجسم المنتج وثانيهما تماس بين الملفات وجسم المنتج ٠

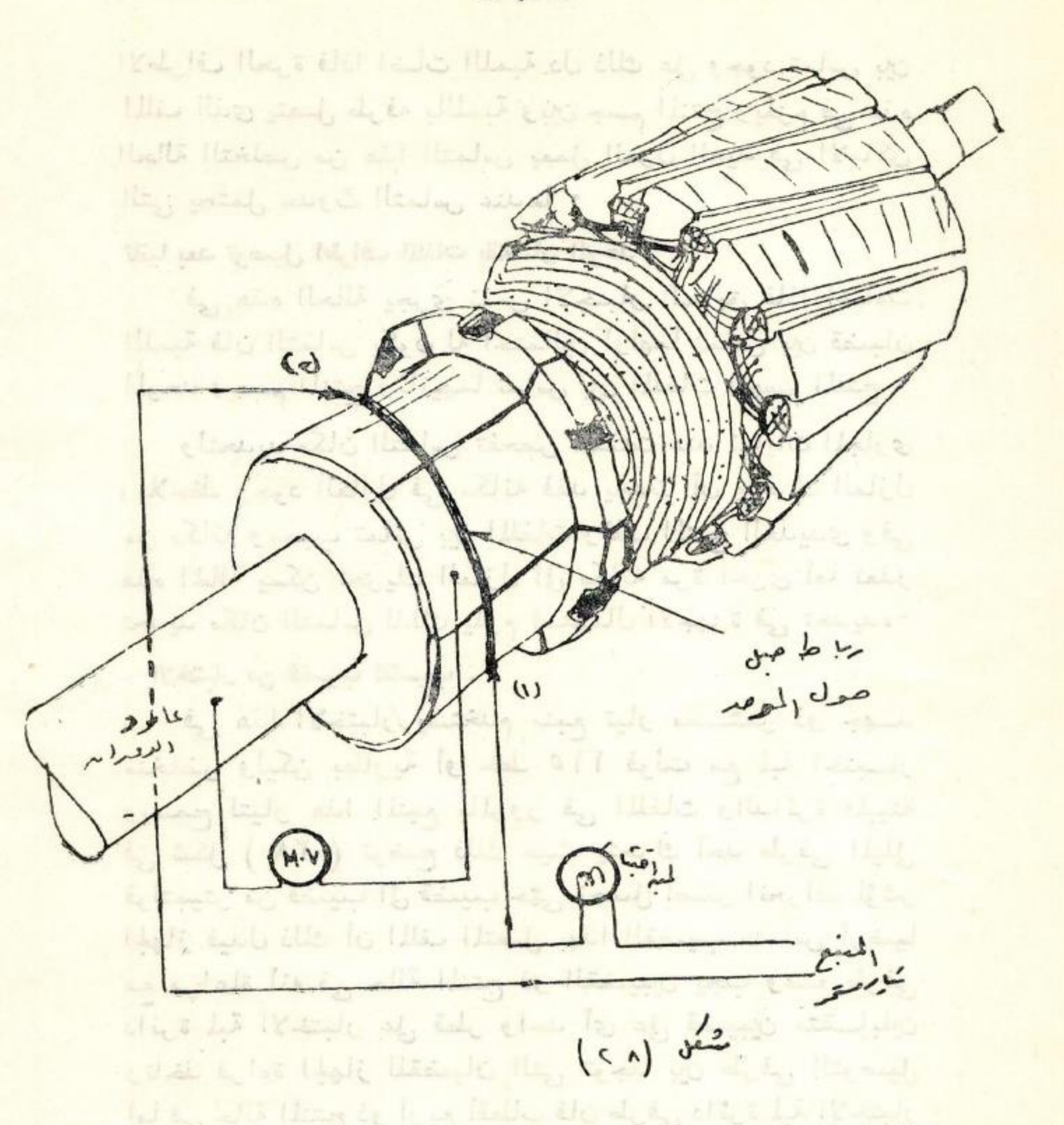
ولتحديد مكان التماس تفحص الملفات عند نهايات المجارى ويلاحظ وجود العازل فى مكانه فقد يحدث أن يتحرك العازل من مكانه ويسبب تماس بين الملفات وقلب المنتج الحديدى وفى هذه الحالة يمكن تحريك العازل الى مكانه مرة اخرى أما تعذر تحديد مكان التماس لذلك يلزم استعمال الاجهزة فى تحديده٠

الاختبار من قضيب لقضيب :

فى هذا الاختبار يستخدم منبع تيار مستمر ذو جهد منخفض وليكن بطارية أو خط ١١٥ فولت مع لمبة اختبار ويسمح لتيار هذا المنبع بالمرور فى الملفات والدائرة المبينة فى شكل (٢٨) توضح ذلك حيث يتحرك أحد طرفى الميللى فولتميتر من قضيب الى قضيب حتى نحصل أصغر انحراف لمؤشر الجهاز فيدل ذلك أن الملف المتصل بهذا القضيب متماس أرضيا مع مراعاة أنه فى حالة المنتج ذو القضيبين يجب وضع طرفى دائرة لمبة الاختبار على قطر واحد أى على قضيبين متقابلين وتأخذ قراءة الجهاز للقضبان التى توجد بين طرفى التوصيل أما فى حالة المنتج ذو أربع أقطاب فان طرفى دائرة لمبة الاختبار يوضعان على قضيبى الزاوية بينهما ٠ أى المسافة بين طرفى

$$\text{الدائرة} = \frac{\text{عدد القضبان}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

وتستخدم هذه العلاقة اذا تعددت الأقطاب ٠



شكل (٢٨)

الاختبار بالزوام (الجرولر) :

الزوام أو الجرولر هو أداة تستخدم فى تحديد مكان التماس الارضى والقصر والفتح فى ملفات عضو الاستنتاج ويتركب من قلب على شكل حرف V ذو أطراف علوية مستديرة يمكن تثبيت المنتج عليها ويلف حول هذا القلب عند الوصلة

اوسطى ملف يبرز منه طرفان يوصلان لمنبع تيار متغير ١٢٠ فولت ويصـــنع القلب من شرائح حديدية وعنـــد تغـــذية ملف الزوام بالتيار المتغير يستنتج فى ملفات المنتج جهـــد بتـــأثير الحث المتبادل ٠

وطريقة الاختبار هى :

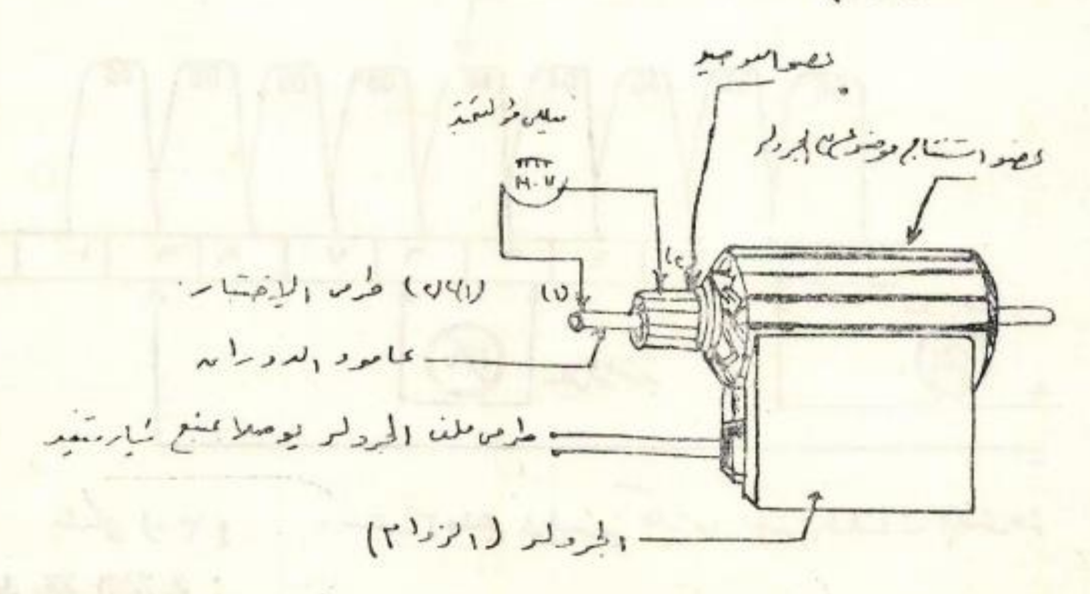
١ ــ يوضع المنتج أعلى الزوام ٠

٢ ــ يوصل طرفا ملف الزوام بالمنبع ٠

٣ ــ ضع أحد طرفى جهاز مللى فولتيمتر (تيار متغير) على أعلى قضيب فى الموحد ٠

٤ ــ ضع الطرف الآخر لجهاز الفولتميتر على عامود الدوران ، فاذا تحرك مؤشر الجهاز دل ذلك على سلامة هذا القضيب ٠

٥ ــ حرك المنتج حتى يصبح القضيب التالى هو الأعلىوكرر نفس الخطوات حتى نصـــل الى القضـــيب الذى لا يتحرك مؤشر الجهاز عنده ، وهذا يشير الى أن هذا القضيب يتصل بالملف المتماس أرضيا (شكل رقم ٢٩) يوضح طريقـــة الاختبار) ٠



استخدام الجرولر فى تحديد الملف المتماس أرضيا

شكل ٢٩

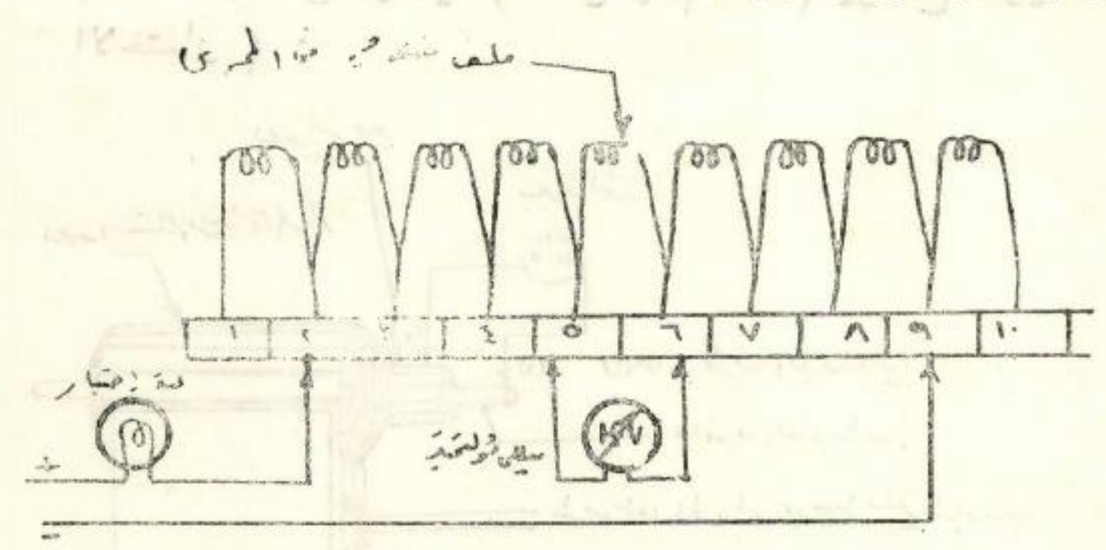
الاختبار للكشف عن الدوائر المفتوحة :

يرجع السبب فى وجود الدوائر المفتوحة الى الوصلات الضعيفة بين أطراف الملفات وقضبان الموحد أو لكسر فى سلك أحد ملفات الاستنتاج وفى كلا الحالتين يؤدى ذلك الى حدوث شرر عند الفرش .

وللكشف عن الدوائر المفتوحة تتبع احدى الطريقتين الآتيتين :

الطريقة الأولى :

هى طريقة الاختبار من قضيب لقضيب وباستعمال الدائرة المبينة فى شكل (٣٠) . بتحريك طرفى جهاز الفولتميتر بين كل قضيبين يتصلان ببداية ونهاية كل ملف على التوالى فاذا كان الملف سليم فان الفولتميتر لا يقرأ - أما عندما يتصل طرفاه بين طرفى ملف مفتوح فان مؤشر الجهاز ينحرف بشدة ويراعى سرعة الفصل فى هذه الحالة حتى لا ينحنى أو ينكسر مؤشر الجهاز .



شكل (٣٠) . استخدام الملى فولتميتر للكشف عن الملفات المفتوحة

الطريقة الثانية :

ويستخدم فيها الجرولر .

يوضع المنتج على الجرولر بالطريقة المعتادة ثم يوصل طرفا

الجرولر الى المنبــع وبتحريك طرفى جهــاز الميللى فولتميتر بين كل قضيبين متجــاورين ، فاذا كان الملف بين هذين الطرفين (القضيبين) سليم فان مؤشر الجهاز يعطى قراءة لوجود فرق جهد بين هذين الطرفين أما عنــدما يــكون طرفا الجهــاز بين قضيبين متصلين بطرفى الملف المفتوح لا يتحرك مؤشر الجهاز . ويمكن عمل هذا الاختبار بدون استعمال جهاز الميللى فولتميتر وتستعمل قطعة سلك تعمل ككوبرى بين كل قضيبين متجاورين فاذا حدثت شرارة دل ذلك على سلامة الملف المتصل بين هذين القضيبين ، وعندما لا تحدث شرارة دل ذلك على أن الملف بين القضيبين مفتوح .

الاختبار للكشف عن الدوائر المقصورة :

أولا ــ باستخدام الجرولر :

يحدث القصر فى الملفات الجديدة نتيجة عدم العناية عند اللف ، وقد يحدث من تلامس لفتين فى ملف واحد أو عندما يتلامس ملف مع ملف آخر ــ أو عندما يتلامس جانبى ملفين فى مجرى واحدة .

وطريقة الكشف عن الدوائر المقصورة تجرى كالآتى :

١ ــ ضع المنتج على الجرولر .

٢ ــ وصل التيار الى ملف الجرولر .

٣ ــ امسك قطعة من المعدن ولتكن صفيحة منشار أعلى المجرى العليا من المنتج بحيث تكون موازية تماما لمحور المجرى أى بطول المنتج .

٤ ــ اذا كان الملف الموجود جانبية فى هذه المجرى سليما لا يحدث أى شىء لصفيحة المنشار أما اذا كان هذا الملف مقصــورا تتذبذب صفيحة المنشار مع حدوث صوت أزيز .

٥ ــ يدار المنتج حتى نستكمل اختبار كل المجارى .

ويلاحظ أن عضو الاستنتاج الذى يحوى وصلات تعادل لا يمكن استعمال صفيحة المنشار فى تحديد الملف المقصور ولكن يلزم استعمال جهاز الميللى فولتيمتر ·

ثانيا : باستخدام جهاز الميللى فولتميتر :

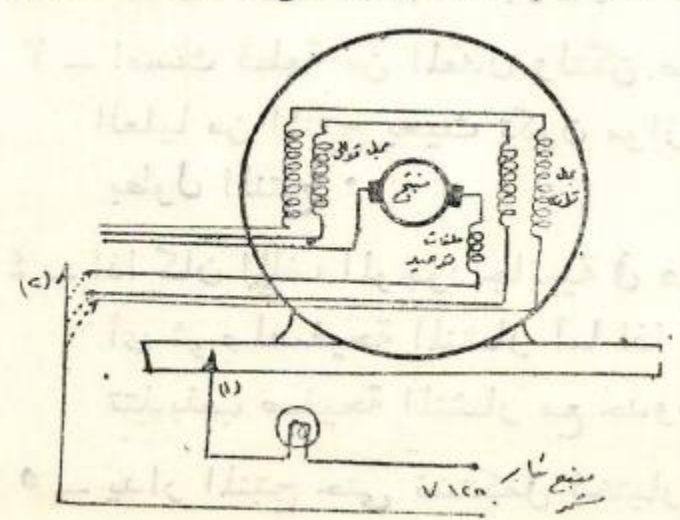
(الاختبار من قضيب لقضيب)

تستعمل فى هذا الاختبار نفس الدائرة المبينة فى شكل (٢٨) ولكن بحيث يكون طرفا جهاز الميللى فولتيمتر بين قضيبين متجاورين من الموحد (١ ، ٢) ثم (٢ ، ٣) وهكذا ونلاحظ قراءة الجهــاز ويجب أن تكون قراءة الجهار متســاوية مع كل الملفات وعندما تنخفض القراءة أو تصبح صفر يدل ذلك أن الملف المتصل بالقضيبين به قصر ·

ثالثا ــ اختبار ملفات المجــال :

١ ــ اختبار التماس الأرضى :

تستخدم فى هذا الاختبار دائرة لمبة اختبار كما فى شكل (٣١) · يوصل أحد طرفى اللمبة بجسم الآلة ويحرك الطرف الآخر ليلامس أحد طرفى دائرتى ملفات المجــال (التوالى ، التوازى) واذا أضاءت اللمبة دل ذلك على وجود تماس أرضى فى الدائرة التى تختبر ــ وبتحديد أى من دائرتى المجال بها تماس أرضى فانه يمكن فك الوصلات بين الملفات ــ الموجودة أعلى الاقطاب اتحديد الملف الذى به تماس أرضى وذلك باختبار



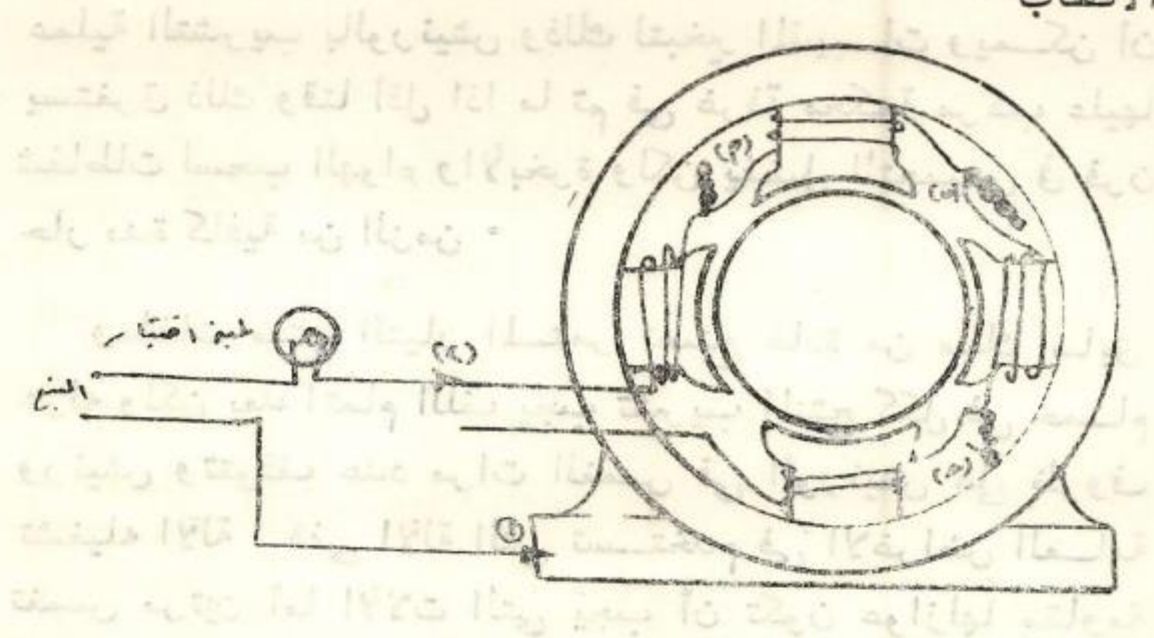
اختبار التماس الأرضى فى ملفات المجال

شكل (٣١)

ملف كل قطب على حدة كمـــا فى شكل (٣٢) وبتحــديد الملف المتماس يلزم نزعه من الهيكل واعادة عزله بالشريط العازل ولضمان سيمة العامل وحتى لا يتعرض لصدمة كهربيــة اذا لمس المحرك عند حدوث تماس أرضى فى أحد ملفاته توصـــل المحركات عادة وخاصة التى تكون مثبتة فى مكان دائم بوصلة أرضية للحماية ٠

٢ ـ اختبار فتح فى دائرة ملفات المجال :

تستخدم آيضا دائرة لمبة اختبار حيث يتم توصيل طرفى دائرة الاختبار بين طرفى دائرة المجال (التوالى أو التوازى) فاذا أضاءت اللمبة دل ذلك على عدم وجود فتح بالدائرة المراد اختبارها ، أما اذا لم تضىء اللمبة دل ذلك على وجود فتح فى الدائرة التى تختبر فى هذه الحالة يحتمل أن يكون السبب أما فتح فى الوصلات بين ملفات الاقطاب أو فتح فى ملفات أحد الأقطاب ٠



شكل (٣٢)

التحميص والدهان بالورنيش :

تعتمد طريقة دهان وتشبع الملفات بالورنيش على طبيعة وحجم الآلة وطريقة تشغيلها ويمكن للملفات أن تتشرب بالورنيش باحدى الطرق الثلاثة الآتية :

١ ـ الدهان بالفرشة يدويا .

٢ ـ الرش بواسطة مسدس .

٣ ـ الغمس فى حمام ورنيش .

وتستخدم الطريقتين الاولى والثانية بصفة أساسية لعمل طبقة من الدهان .

وتتم عملية التشريب بالورنيش بغمس الاجزاء المغطاه بعازل (المنتج كله بدون العامود وعضو التوحيد) وعموما يجب أن تجفف الملفات المراد تشريبها بالورنيش لطرد الرطوبة منها لأن الرطوبة تمنع ذرات الورنيش من تغطية المواد العازله ويتم ذلك بتحميصها أولا فى فرن حار مدة كافية ثم تغمر مباشرة فى حمام الورنيش كما يكون التجفيف ضروريا بعد عملية التشريب بالورنيش وذلك لتبخير المذيبات ويمكن أن يستغرق ذلك وقتا أقل اذا ما تم فى غرفة محكمة مركب عليها شفاطات لسحب الهواء والأبخرة ولكن يفضل التحميص فى فرن حار مدة كافية من الزمن .

وملفات منتج التيار المستمر تصنع عادة من سلك سابق عزله ولكن بعد اتمام اللف يجب تشريب المنتج ككل فى حمام ورنيش وتتوقف عدد مرات الغمس فى الورنيش على ظروف تشغيله الآلة ، ففى الآلة التى تستخدم فى الاغراض العامة تغمس مرتين أما الآلات التى يجب أن تكون عوازلها مقاومة لرطوبة يجب غمسها سبع مرات حيث يتم غمر الملفات أثناء

عملية الاعداد أربع مرات ثم يغمس عضو الاستنتاج ككل ثلاث مرات ·

وعادة عند تشريب منتج يجب لف كل من عامود الدوران والموحد بشريط عازل لنمنع التصاق الورنيش بهما ثم ينزع هذا الشريط بعد اتمام العمليـة ، ولتنظيف الموحد تمـاما من الورنيش يمكن أن يخرط خفيفا ·

الباب الثانى

محركات التيار المستمر

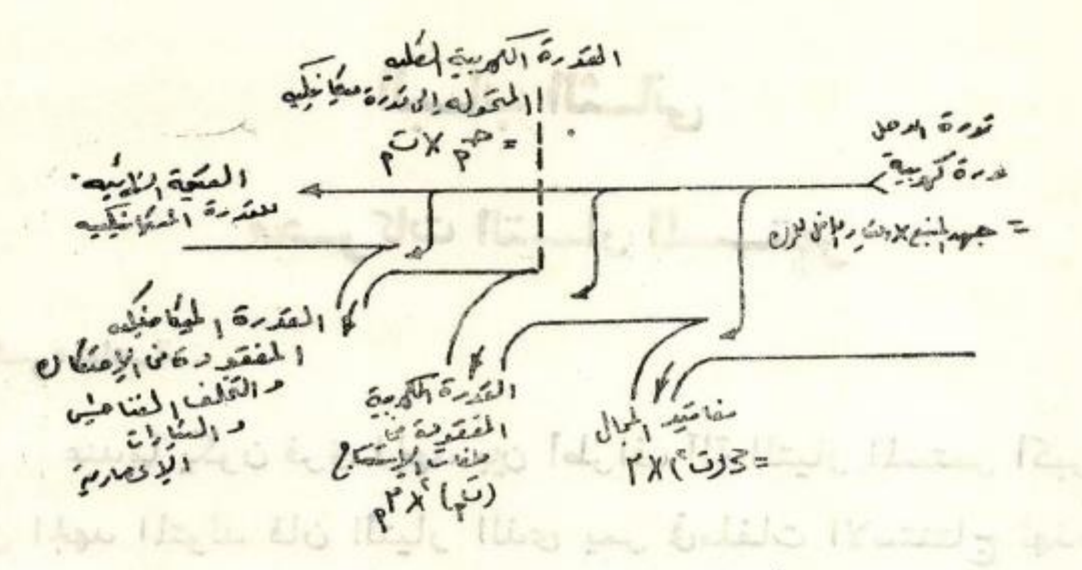
فكرة عامة :

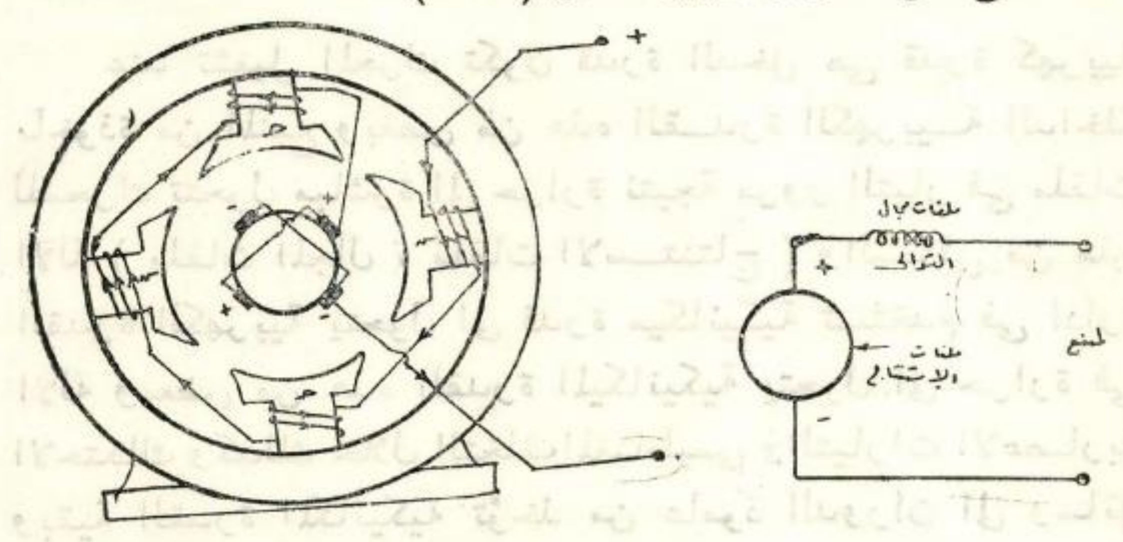
عندما يكون فرق الجهد بين أطراف آلة التيار المستمر أكبر من الجهد المتولد فان التيار الذى يمر فىملفات الاستنتاج لهذه الآلة ينتج من دائرة كهربية خارجية .

والآلة فى هذه الحالة تعمل كمحرك ويكون مصدر الطاقة اللازمة لادارة المحرك هو الشبكة الكهربية التى تعمل على تيار المحرك ، وجميع المحركات الكهربية التى تعمل على تيار مستمر تصمم للدوران أما بسرعة ثابتة تقريبا أو بسرعة تقل قليلا عن السرعة المحددة للمحرك وذلك عند زيادة الحمل .

تدفق القدرة :

عند تشغيل المحرك تكون قدرة الدخل هى قدرة كهربية مأخوذة من المنبع وبعض من هذه القدرة الكهربية الداخلة للمحرك تتحول مباشرة الى حرارة نتيجة مرور التيار فى ملفات الآلة (ملفات المجال ، ملفات الاستنتاج) والباقى من هذه القدرة الكهربية يتحول الى قدرة ميكانيكية تستخدم فى ادارة الآلة وبعض من هذه القدرة الميكانيكية يتحول الى حرارة فى الاحتكاك وكذلك خلال التخلف المغناطيسى والتيارات الاعصارية وبقية القدرة المكانيكية تؤخذ من عامود الدوران الى وسائل نقل الحركة مثل البكرات والسيور كقدرة نافعة وتتابع تدفق القدرة مبين بالشكل (٣٣) .





أنواع محركات التيار المستمر :

توجد ثلاث أنواع من محركات التيار المستمر تختلف باختلاف التوصيل بين دائرة ملفات الاستنتاج ودائرة ملفات المجال (التوالى ، والتوازى) .

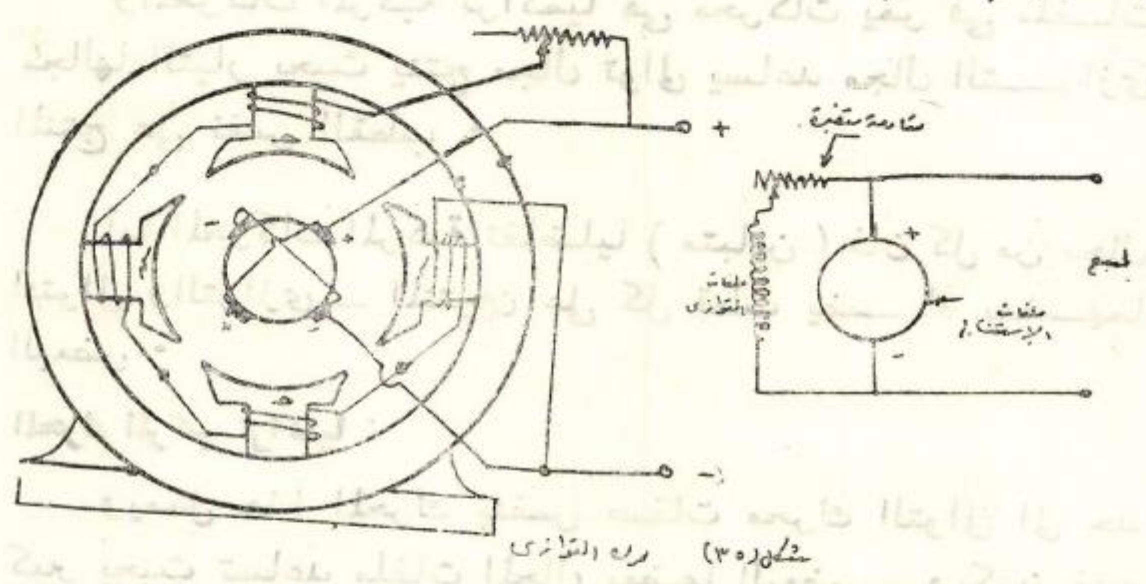
محرك التوالى :

وفيه يكون التوصيل بين دائرة ملفات المجال ودائرة ملفات الاستنتاج على التوالى ويبين شكل (٣٤) ذلك .

ومن خواص هذا النوع من المحركاف ان مجاله المغناطيسى يتغير تبعا لتغير تيار المحرك حيث أن تيار المجال ١ = تيـــار الاستنتاج ويطلق على كل منهما تيار المحرك ويزداد المجـــال المغناطيسى لهذا المحرك نسبيا مع زيادة التيـــار ثم لا يلبث ان ينخفض نتيجة لرد فعل عضو الاستنتاج ـ اما سرعة المحـــرك تتناسب تناسبا عكسيا مع المجال المغناطيسى لذلك فان السرعة تتناسب تناســبا حادا مع التيار فاذا قل الحمل الى قيمة صغيرة جدا فان السرعة قد تزيد الى حد خطير ولهذا فان محرك التوالى لا يجب ان يستخدم عندما يكون هناك اى خطأ ولو لحظى ـ كما يجب الا يتصل الحمل بالمحرك بواسطة سيور ما عدا فى بعض المحركات الصغيرة كما فى المكانس الكهربية ·

٢ ـ محرك التوازى :

فى هذا المحرك يتم التوصيل بين دائرة ملفات المجال ودائرة ملفات عضو الاستنتاج على التوازى · ومن خواص هذا النوع من المحركات ان سرعته تتميز بانها تكون تقريبا ثابتة على مدى واســـع من تغير الحمل ـ وطريقـــة التوصـــيل موضـــحة بالشكل (٣٥)

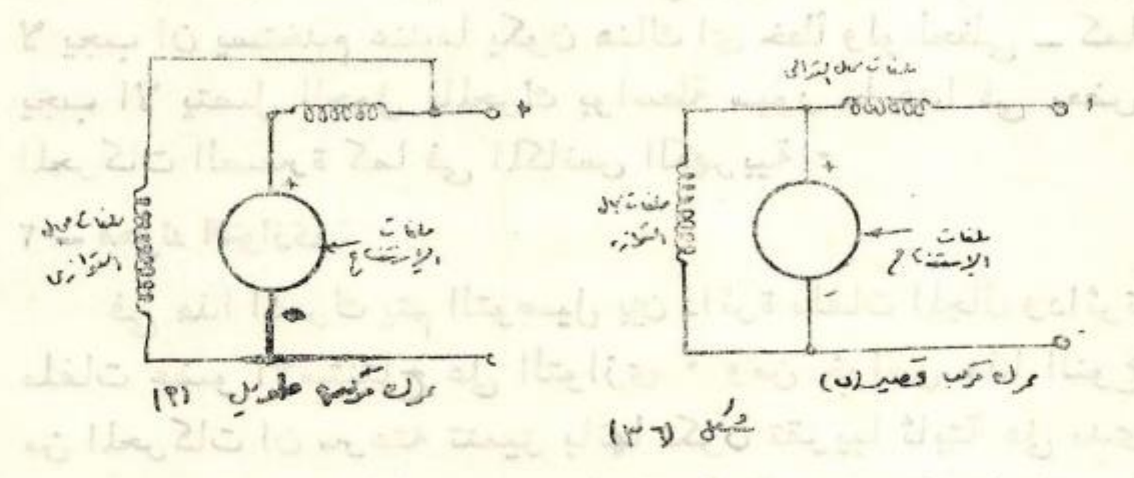


شكل (٣٥) محرك التوازى

٣ ـ المحركات المركبة :

وبها ملفان للمجال احدهما يوصل على التوالى مع ملفـــات عضو الاستنتاج والآخر يوصـــل على التوازى معهـــا ، وملف

التوالى يحتوى على عدد قليل من اللفات من سلك سميك وملف التوازى يحتوى على عدد كبير من اللفات من سلك شـــعرى (رفيع) ويوجد على كل قطب ملف توالى وآخر توازى وطريقة توصيل هذه الملفات مع ملفات الاستنتاج لها اسـلوبين هما المركب الطويل والمركب القصير كما فى الشكل (٣٦) أ ، ب كما انه للمركب الطويل نوعان احدهما تراكمى (متشـابه) والآخر تفاضلى (متباين) .



شكل (٣٦)

كذلك للمركب القصير نوعان (تراكمى وتفاضلى)

والمحركات المركبة تراكميا هى محركات يمر فى ملفـات مجالها التيار بحيث ينتج مجال توالى يساعد مجال التـوازى المنتج على نفس القطب .

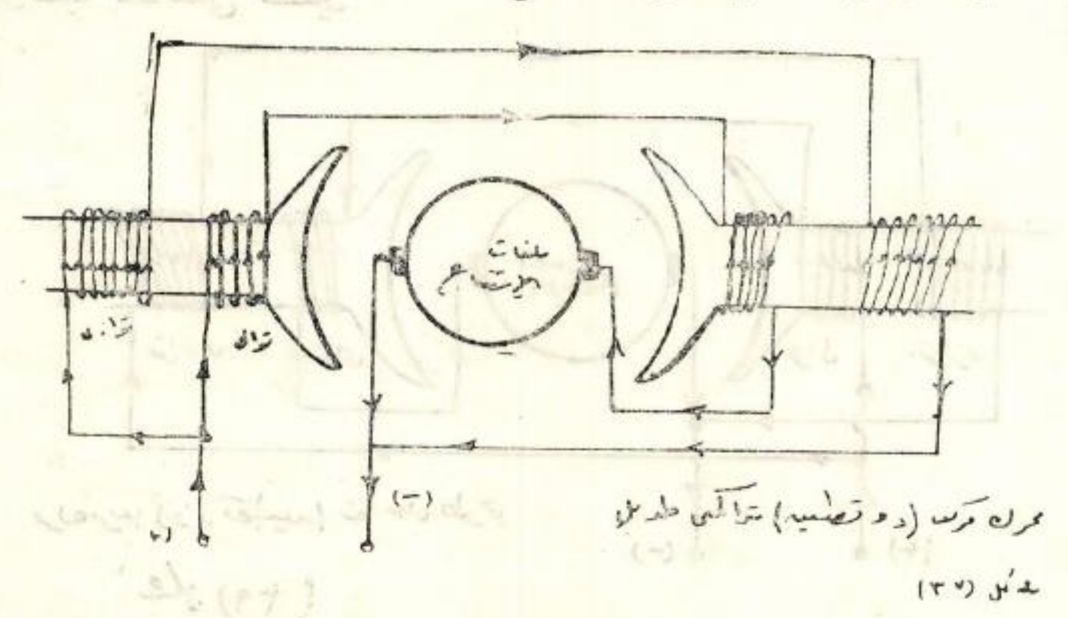
أما المحركات المركبة تفاضليا (متباين) فان كل من مجال التوالى والتوازى — المنتجين على كل قطب يضـاد بعضـهما البعض .

المحرك المركب تراكميا :

ويعمل هذا المحرك بنفس صفات محرك التوالى الى حد كبير بحيث تساعد ملفات المجال بعضها البعض — ويكون عزم الدوران لهذا المحرك عنـد بدء الحركة مناسبـا . وحيث أنه يحتوى على ملف للمجال موصل على التوازى فلا يوجد احتمال بزيادة سرعته الى الحد الخطير اذا ما هبط الحمـل وهذا يعتبر

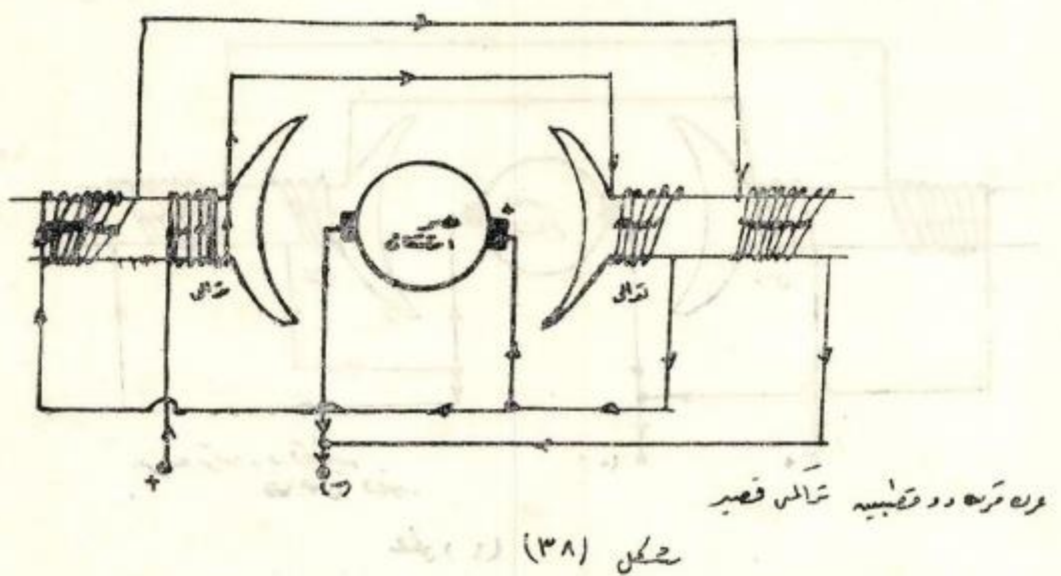
تطويرا كبيرا على محـرك التوالى ونتيجـة لهذا فان ـ المحرك المركب تراكميا يستعمل فى الحالات التى يتغير فيها الحمل من الصفر الى قيمة أعلى من الحمل المقرر ومثل هذه الاستعمالات نجدها فى الدرافيل والمصاعد الكهربية •

والشكل (٣٧) ، (٣٨) يوضح توصيل محرك مركب تراكميا طويل وقصير على التتابع •



محرك مركب (ذو قطبية) تراكمى طويل

شكل (٣٧)



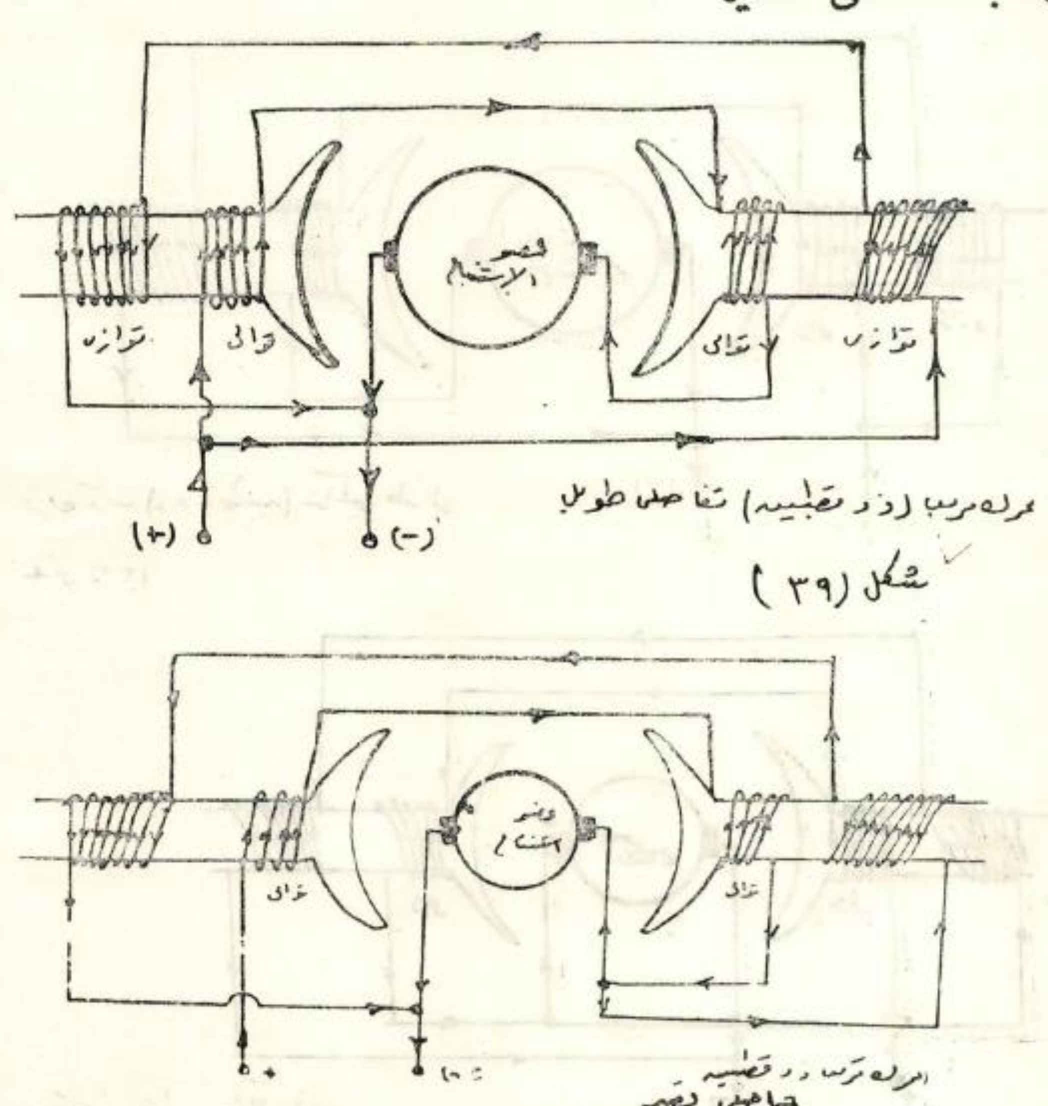
محرك مركب ذو قطبية تراكمى قصير

شكل (٣٨)

المحرك المركب تفاضليا : (متباين) :

ويعمل بنفس صفات محرك التوازى الى حد كبير ونتيجـة تضاد مجالى التوالى والتوازى فان المجال النهائى فى الثغرة

الهوائية يكون أقل منه فى حالة وجود ملف التوالى فقط ولذا فان عزم الدوران عند بدء الحركة يكون أقل منه فى حالة محرك توالى له نفس القدرة • وعلى كل حال فانه ينـدر اسـتخدام مثل هذا المحرك بسبب ضآلة مميزاته اذا قورنت بمزايا محرك التوازى البسيط ـ والشكل (٣٩) يوضح توصـيل محرك مركب تفاضلى طويل والشكل (٤٠) يوضح توصـيل محرك مركب تفاضلى قصير •



شكل (٣٩)

اقطـــاب التوحيـــد :

تستخدم اقطاب التوحيد أو الاقطاب المسـاعدة فى آلات التيار المستمر كاحدى الطرق للتغلب على رد فعـل عضـــو الاستنتاج •

ورد فعل عضو الاستنتاج يعنى ببساطة تأثير التيار المار فى ملفات عضو الاستنتاج على قيمة وتوزيع الفيض المغناطيسى الموجود فى الثغرة الهوائية (بين العضو الثابت وعضو الاستنتاج) فعندما يتم قصر طرفى ملف من ملفات الاستنتاج باحدى الفرش الكربونية يكون التيار فى هذا الملف غيرمساويا للصفر مما ينتج عنه شرارة على سطح الموحد عند موضع الفرش ٠

ويمكن تحسين عملية التوحيد باحدى الوسائل الآتية :

١ ـ لتحريك الفرش من موضعها فى مستوى التعادل الساكن (الهندسى) الى وضع جديد يسمى بمستوى التعادل الدوار ، وهذا المستوى يكون متأخرا عن مستوى التعادل الساكن بالنسبة لاتجاه الحركة ٠

٢ ـ باستخدام فرش لها مقاومة كهربية عالية ٠

٣ ـ باستخدام اقطاب التوحيد حيث تنتج ملفات اقطاب التوحيد فيض مغناطيسى مساعد يلاشى أو يعرقل تأثير المجال المغناطيسى الناشىء من عضو الاستنتاج على المجال الناتج من الاقطاب الرئيسية وحتى يمكن بهذه الطريقة لمستوى التعادل أن يأخذ وضعا ثابتا وبذلك نمنع حدوث الشرر عند الفرش ـ وتزود اقطاب التوحيد بملفات تسمى ملفات التوحيد وتوصل هذه الملفات مع ملفات عضو الاستنتاج على التوالى حيث يمر فيها نفس التيار المار فى ملفات الاستنتاج ٠

ويكون وضع قطب التوحيد فى منتصف المسافة بين كل قطبين رئيسيين حيث يكون عدد اقطاب التوحيد مساويا عدد الاقطاب الرئيسية ـ واقطاب التوحيد تكون ضيقة كثيرا بالنسبة للأقطاب الرئيسية ٠

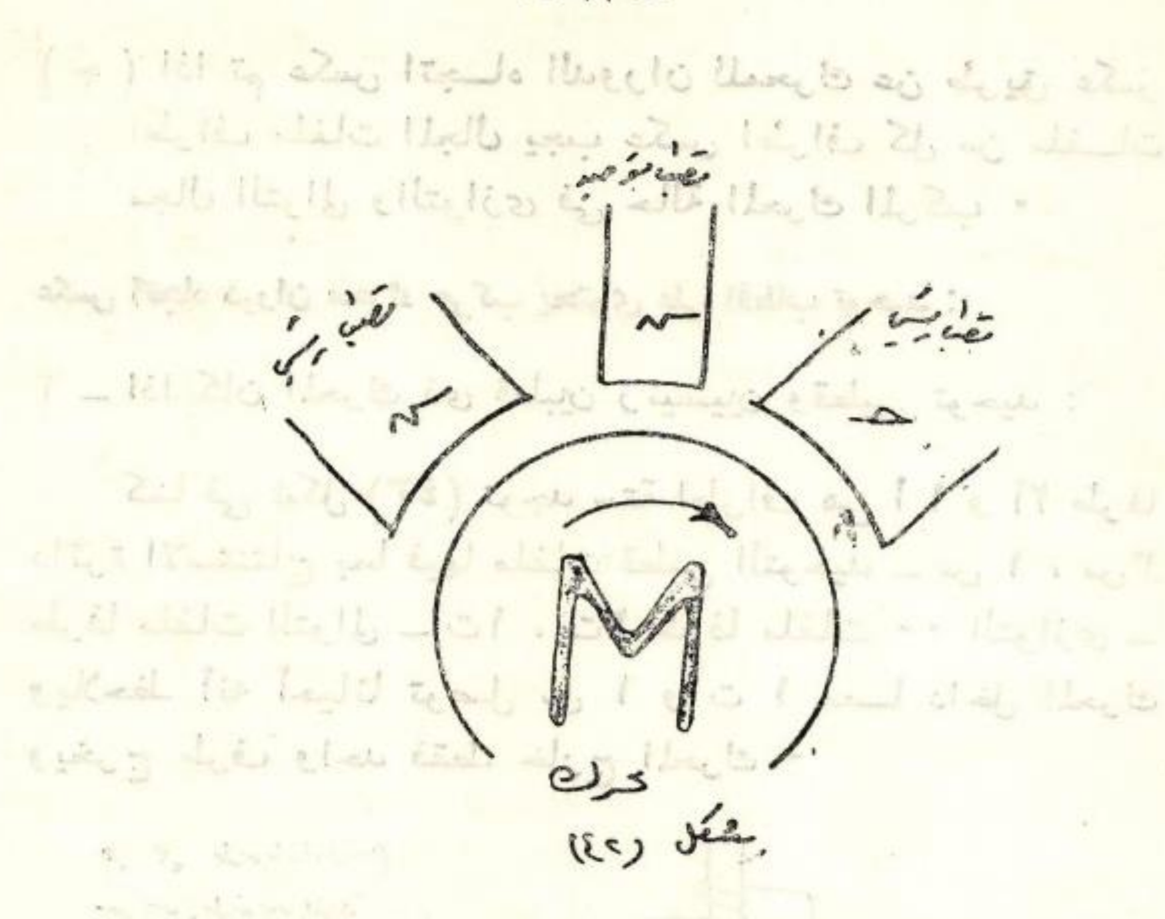
القاعدة فى قطبية اقطاب التوحيد :

١ ـ عند تشغيل آلة التيار المستمر كمولد تكون قطبية أى قطب من اقطاب التوحيد هى نفسها قطبية القطب الرئيسى المجاور له فى اتجاه الدوران كما فى شكل (٤١) اى القطب الذى يسبقه فى اتجاه الدوران .



شكل (٤١)

٢ ـ عند تشغيل آلة التيار المستمر كمحرك تكون قطبية أى قطب من اقطاب التوحيد هى نفسها قطبية القطب الرئيسى المجاور له وفى اتجاه يضاد اتجاه الدوران أى القطب الرئيسى الذى يليه فى اتجاه الدوران كما فى الشكل (٤٢).



شكل (٤٢)

عكس اتجاه الدوران فى محركات التيار المستمر :

يتم عكس اتجاه الدوران فى محرك التيار المستمر بتغيير اتجاه التيار اما خلال ملفات الاستنتاج أو خلال دائرة المجال وعادة تستخدم طريقة عكس اتجاه التيار فى ملفات الاستنتاج ويلاحظ الآتى :

(أ) اذا عكس توصيل كل من ملفات عضو الاستتاج وملفات المجال فى نفس الوقت فان المحرك يدور فى نفس الاتجاه الأصلى .

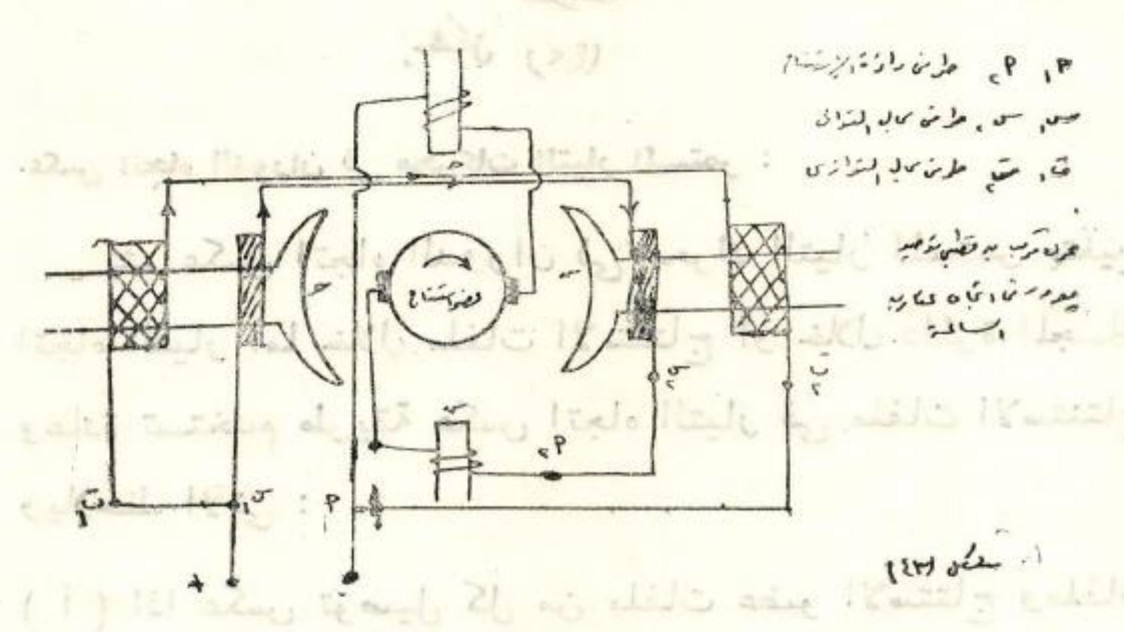
(ب) عندما يتم عكس توصيل اطراف ملفات الاستنتاج يجب الاخذ فى الاعتبار ان الملفات الموجودة حول اقطاب التوحيد تعتبر جزء من دائرة عضو الاستنتاج .

(ج) اذا تم عكس **اتجــاه الدوران للمحرك عن طريق** عكس اطراف **ملفات المجال يجب عكس اطراف كل من** ملفــات مجال التوالى والتوازى **فى حالة المحرك المركب** ٠

عكس اتجاه دوران محرك مركب يحتوى على اقطاب توحيد :

١ ــ اذا كان المحرك ذى قطبين رئيسيين وقطبى توحيد :

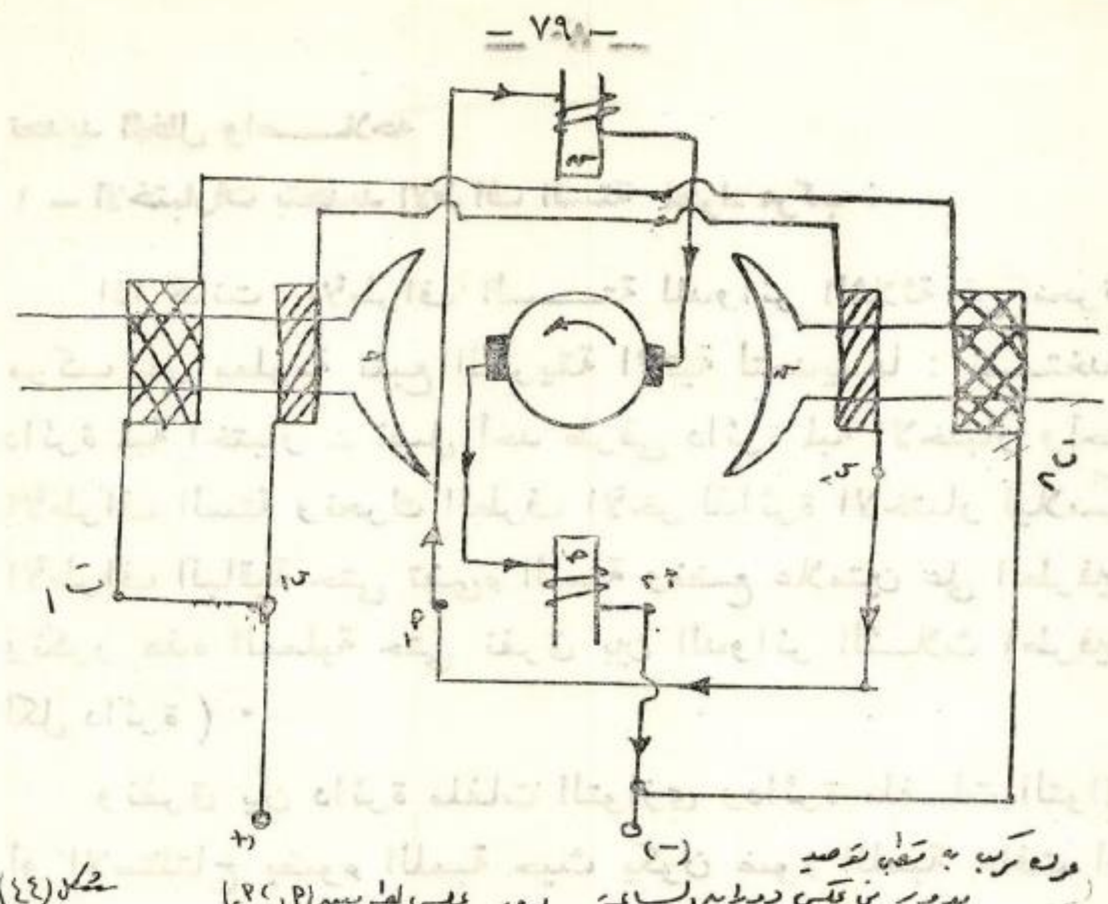
كما فى شكل (٤٣) **توجد ستة اطراف هى أ ١ و أ٢ طرفا** دائرة الاستنتاج بما فيها ملفات قطبى التوحيد ــ س ١ ، س٣ طرفا ملفات التوالى ــ ت١ ، ت٢ طرفا ملفات ٠٠ التوازى ــ ويلاحظ أنه أحيانا توصل س ١ و ت ١ معــا داخل المحرك ويخرج طرف واحد فقط خارج المحرك ٠



شكل (٤٣)

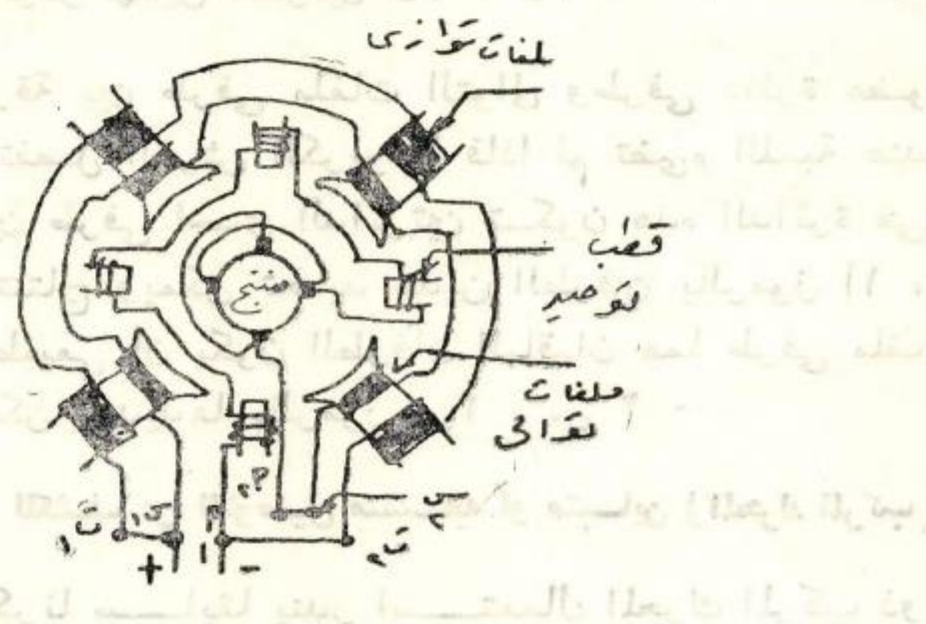
لعكس اتجاه دوران هذا المحرك يكون ضروريا ان نعكس الطرفين أ١ ، أ٢ والشكل (٤٤) أ ، ب يبين توصــيل المحرك قبل وبعد عكس الاطراف ٠

٢ ــ اذا كان المحرك ذى أربعة أقطاب رئيسية ويحتوى على أربعة أقطاب توحيد : طريقة عكس اتجــاه دوران هذا المحرك هى نفســها طريقة عكس اتجــاه دوران المحرك



شكل (٤٤) مولد مركب به قطب توصيد (يدور من عكس دوران الساعة بعد عكس الطرفين أ١ ، أ٢)

السابق ويمكن عمل ذلك بعكس الطرفين أ ١ ، أ ٢ كما في الشكل (٤٥) .



شكل (٤٥) محرك مركب ذو أربعة أقطاب به ٤ أقطاب توحيد

تحديد الخلل واصـــلاحه

١ ـ الاختبارات بتحديد الأطراف الستة لمحرك مركب :

اذا كانت الأطرافَ الســـتة للدوائر الثلاثة فى محرك مركب غير معلومة تتبع الطريقة الآتية لتحديدها : نســتخدم دائرة لمبة اختبار ـ نصل أحد طرفى دائرة لمبة الاختبار وأحد الأطراف الستة ونحرك الطرف الآخر لدائرة الاختبار ليلامس الأطراف الباقية حتى تضىء اللمبة ونضع علامتين على الطرفين ونكرر هذه العملية حتى نفرق بين الدوائر الثـلاث (طرفين لكل دائرة) .

ونفرق بين دائرة ملفات التوازى ودائرة ملفــات التوالى أو الاستنتاج بضوء اللمبة حيث يكون ضوء اللمبة خافت أو ضعيف فى حالة توصيلها بين طرفى ملفات التـــوازى (ذات المقاومة الكبيرة) حيث عدد اللفات كبير ومسـاحة المقطـــع صغيرة ، ونرمز لهذين الطرفين ت١ ، ت٢ .

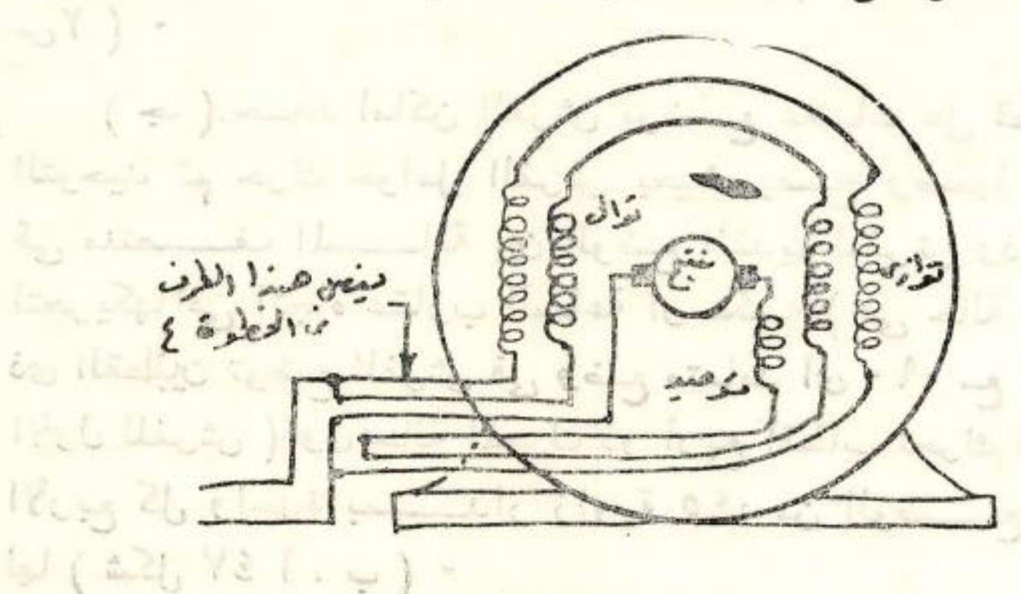
وللتفرقة بين طرفى ملفات التوالى وطرفى دائرة عضو الاستنتاج تفصل الفرش الكربونية فاذا لم تضىء اللمبة عند توصيلها بين طرفى احدى الدائرتين تـكون هذه الدائرة هى دائرة الاستنتاج ويمكن تحديد هذين الطرفين بالرموز أ١ ، أ٢ ومن الطبيعى أن يكون الطرفان الباقيان هما طرفى ملف التوالى ويمكن تحديدها بالرموز س١ ، س ٢ .

٢ ـ الاختبار للكشف عن التوصيل متشـابه او متبـاين فى المحرك المركب

كما ذكرنا ســـابقا يندر اســـتعمال المحرك المركب ذو التوصيل المتباين (التفاضلى) وفى العادة فان معظم المحركات المستعملة تكون من النوع ذو التوصيل المتشابه وللكشف عن نوع التوصيل نتبع الآتى :

١ ـ حدد **الأطراف الخاصة لكل دائرة (مجال التوالى** س١ ، س ٢ ـ **مجال** التوازى ت١ ، ت٢ ـ **دائرة الاستنتاج**أ١ ، أ٢) •

٢ ـ وصل أطراف المحرك ببعضها كما فى الشكل (٤٦) لنحصل على **محرك مركب** •



شكل (٤٦)

٣ ـ وصل المحرك بمنبع تيار مستمر ولاحظ اتجاه الدوران •

٤ ـ أوقف **المحرك وافصل أحد أطراف ملف مجال التوازى فيتحول المحرك الى محرك توالى فقط** •

٥ ـ أدر المحرك **فترة قصيرة ولاحظ اتجاه الدوران** •

اذا كان اتجاه الدوران فى الخطوة (٥) مطابقا لاتجاه الدوران فى الخطوة (٣) .يكون المحرك المركب موصل توصيل متشابه ، واذا اختلف اتجاه الدوران فى الخطوتين ٥ ، ٣ فان المحرك المركب يكون موصل **توصيلا متباينا** فى هذه الحالة اذا أردنا تحويله الى توصيل متشابه نعكس اما طرفى ملف التوالى أو طرفى التوازى •

٣ ـ اختبار صحة قطبية أقطاب التوحيد :

يتم هذا الاختبار كالتالى :

(أ) وصل منبع تيار مستمر لدائرة الاستنتاج وأقطاب التوحيد (بين الطرفين أ، ، آ) .

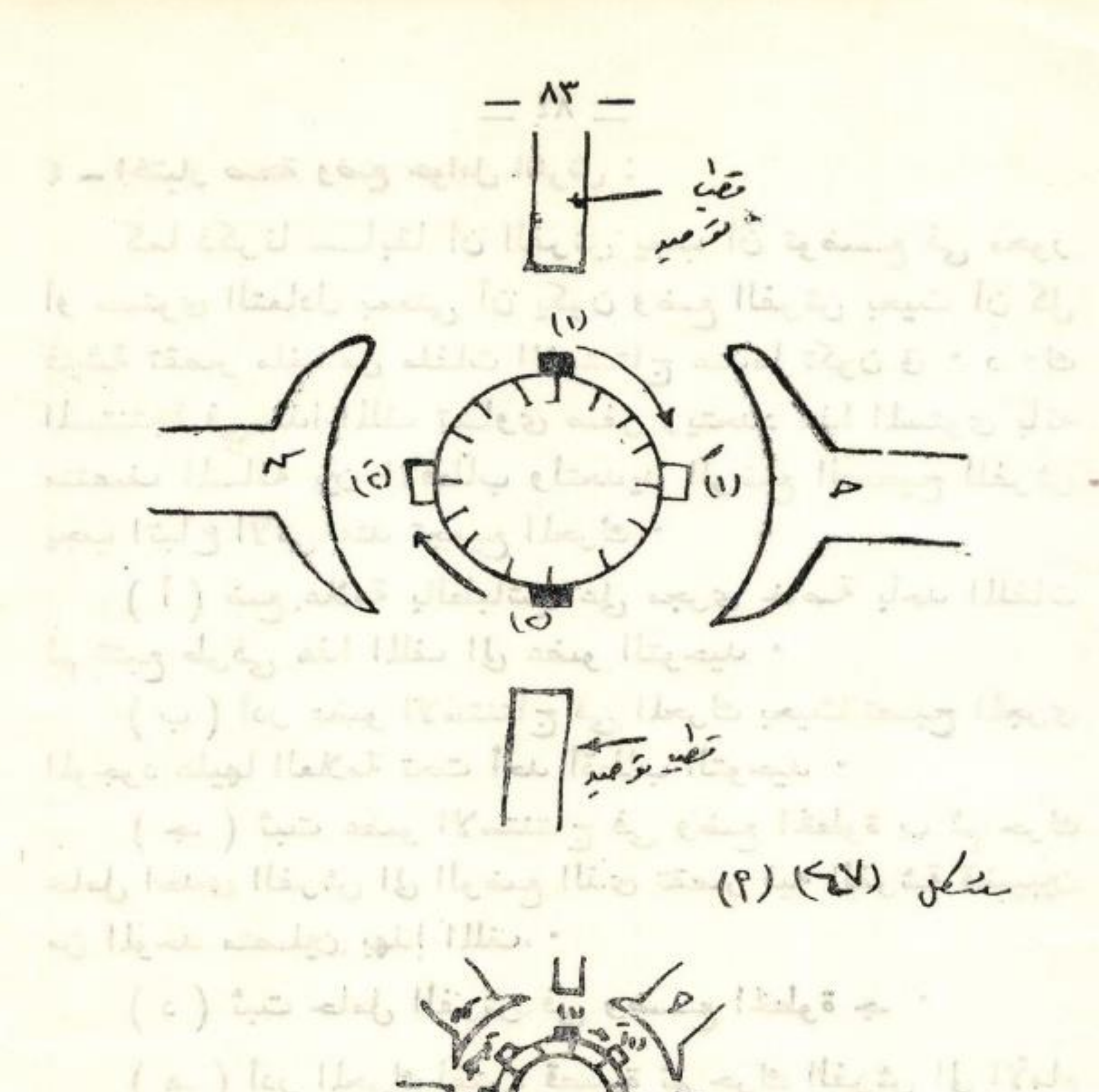
(ب) افصل جميع الأطراف الأخرى (ت١ ، ت٢ ، س١ س٢) .

(جـ) حدد أماكن الفرش بوضع علامات على قضبان التوحيد ثم حرك حوامل الفرش بحيث يصبح وضعها الجديد فى منتصف المسافة بين الوضع القديم للفرش وذلك اما لتحريكها فى اتجاه عقارب الساعة أو عكسه (فى حالة المحرك ذى القطبين توضع الفرش فى وضع متعامد أى ٩٠ه مع الوضع الأول للفرش) وفى حالة المحرك ذو أربع أقطاب تحرك الفرش الأربع كل واحدة بمقدار زاوية ٤٥ه من الوضع الأول لها (شكل ٤٧ أ ، ب) .

(د) وصل التيار لفترة قصيرة ولاحظ اتجاه دوران عضو الاستنتاج فاذا كان اتجاه الدوران هو نفس اتجاه تحريك الفرش ، تكون قطبية أقطاب التوحيد صحيحة أما اذا دار عضو الاستنتاج فى اتجاه معاكس لاتجاه تحريك الفرش كان ذلك دليل على خطأ قطبية أقطاب التوحيد وفى هذه الحالة يجب عكس أطراف أقطاب التوحيد .

(هـ) بعد الانتهاء من الاختبار يجب تحريك الفرش مرة أخرى الى وضعها الأصلى وبعد ذلك لاعادة توصيل بقية الأطراف يتبع الآتى :

نصل طرفى مجال التوازى ويدار المحرك كمحرك توازى ذو أقطاب مساعدة ويجب أن يكون اتجاه الدوران هو الاتجاه الأصلى أى اتجاه دوران المحرك قبل اجراء الاختبار ثم نفصل



شكل (٤٧) (أ)

شكل ٤٧ (ب)

طرفى مجال التوازى مع وضع علامات عليهما ـ نصل طرفى مجال التوالى ويدار المحرك كمحرك توالى ذو أقطاب مساعدة ويجب أن يكون اتجاه الدوران هو الاتجاه الأصلى أيضا (فى هذهالحالة يكون المحرك مركب تراكميا متشابه) ثم يعاد توصيل ملفات مجال التوازى حسب العلامات الموضوعة عليها ويجب أن نتذكر أن أقطاب التوحيد وملفات الاستنتاج هى وحدة واحدة عند عكس الأطراف ٠

٤ ـ اختبار صحة وضع حوامل الفرش :

كما ذكرنا سابقا أن الفرش يجب أن توضع فى محور أو مستوى التعادل بمعنى أن يكون وضع الفرش بحيث أن كل فرشة تقصر ملف من ملفات الاستنتاج عندما تكون ق ا د ا ك المستنتجة فى هذا الملف تساوى صفر ويتحدد هذا المستوى بأنه منتصف المسافة بين الأقطاب ولتحديد الوضع الصحيح للفرش يجب اتباع الآتى عند تجميع المحرك ·

(أ) ضع علامة بالطباشير على مجرى خاصة بأحد الملفات ثم تتبع طرفى هذا الملف الى عضو التوحيد ·

(ب) أدر عضو الاستنتاج فى المحرك بحيث تصبح المجرى الموجود عليها العلامة تحت أحد أقطاب التوحيد ·

(جـ) ثبت عضو الاستنتاج فى وضع الخطوة ب ثم حرك حامل احدى الفرش الى الوضع الذى تقصر فيه الفرشة قضيبين من الموحد متصلين بهذا الملف ·

(د) ثبت حامل الفرش فى وضع الخطوة جـ ·

(هـ) أدر المحرك لفترة قصيرة ثم حرك الفرش الى الأمام أو الخلف (اتجاه دوران الساعة أو عكسه) حتى يكون تشغيل المحرك سليم وبدون حدوث شرر وفى نفس الوقت بدون حدوث ضجيج ·

اصلاحات محركات التيار المستمر

يمكن تحديد المتاعب الكهربية لمحركات التيار المستمر فى البنود الآتية :

١ ـ المحرك يعجز عن الدوران ·

٢ ـ المحرك يدور بسرعة منخفضة ولا تصل سرعته الى السرعة المحددة على لوحة التسمية ·

٣ ـ المحرك يدور بسرعة أكبر من السرعة المحددة على لوحة التسمية ·

٤ ــ عندما يدور المحرك تزيد سخونته وقد تؤدى الى احتراقه ·
٥ ــ المحرك يدور مع ظهور زيادة فى الاهتزازات والضوضاء
٦ ــ وجود شرارة عند الفرش ·

ويمكن تحديد الأسـباب التى تؤدى الى كل عطل على حدة والاصلاح اللازم فى الجدول الآتى :

الأسباب المحتملة	الاصـــلاح
اولا : اذا عجز المحرك عن الدوران :	
(أ) يوجـد فتح فى دائرة التحكم	١ ــ اختبر مقـاومة البدء وابحث عن مفتاح مفصول أو مصهر محترق ــ اقفل الدائرة كما هو المطلوب ·
(ب) الجهد بين الأطراف منخفض	٢ ــ يجب أن يكون جهـد المنبع مطابق للجهد الموجود على لوحة بيان المحرك ·
(ج) توجد زيادة فى الحمـل على المحرك	٣ ــ قارن بين الحمل الذى صـمم عليه المحـرك والحمل الفعلى أو (الحقيقى) على الماكينة المدارة ــ قلل الحمل واذا كان هـذا غير عملى غير المحرك بمحرك أكبر .
(د) يوجد زيادةفي الاحتكاكالداخلى فى المحرك	٤ ــ يمكن اثبات ذلك بفصل المحرك عن المعـدات المدارة ــ لاحظ المقاومة للدوران والارتفاع فى درجة الحرارة ــ اختبر كراسى التحميـل من ناحيـة الخطأ فى التزييت أو التعشيق أو تزايد فى الربط ــ صحح كما يجب واذا ظلت المقاومة للحركة افصـل المحرك وافتحـه وتأكد من الخلوص والتركيب جزء بجزء ، واذا كانت المتاعب فى انثناء او لى العامود استبدل العامود بآخر او استعدله اذا امكن ذلك .

تابع اصلاح محركات تيار مستمر

الأسباب المحتملة	الاصلاح
ثانيا : يبدأ المحرك ولكن فى الحال يفصل متمم زيادة الحمل ويتوقف المحرك :	
(ا) مجال المحرك ضعيف أو غير موجود	٥ — فى دائرة ضبط السرعة أبحث فى الريوستات عن خطأ فى التوصيل أو وضع غير صحيح — اضبط أو اصلح كما هو المطلوب — افحص ملفات المجال عن فتح فيها — ابحث عن فقد أو كسر فى أسلاك التوصيل .
ثالثا : المحرك يدور ولا تصل سرعته الى السرعة المقررة وخاصة عندما يتصل به الحمل :	
(أ) زيادة فى حمل المحرك .	٧ — قارن الحمل الفعلى بالحمل المصمم له المحرك كما هو مبين على لوحة التسمية — أنظر فى أجزاء التوصيلات الميكانيكية لتحديد الزيادة في الأحمال .
(ب) جهد المنبع (الخط) أقل من ذلك الذى صمم له المحرك .	٨ — تأكد من جهد الخط وقارنه بالجهد المدون على لوحة التسمية — اذا كان الجهد ضعيف جدا ابحث عن المقاومات فى دائرة التوصيلات التى تسبب ذلك أحيانا وأفصلها .
(جـ) الفرش الكربونية ليست موضوعة فى وضع التعادل الصحيح وخاصة اذا كان المحرك يدور لمدة طويلة (الفرش بعد محور التعادل) .	٩ — أعيد وضع الفرش فى محور التعادل السليم .

تابع اصلاح محركات تيار مستمر

الأسباب المحتملة	الاصلاح
(د) قصر أو فتح فى الملفات (المنتج)	١٠ — اختبر للكشف عن الفتح والقصر وأصلح اذا وجد .
(هـ) تآكل كراسى التحميل .	١١ — حاول أن تحرك عامود الدوران الى أعلى أو الى أسفل باليد للكشف عن تآكل الكراسى التى يرتكز عليها العامود — غير الكراسى المتآكلة بأخرى جديدة .
رابعا : المحرك يدور بسرعة عالية رغم أنه تحت تأثير الحمل الكامل :	
(أ) الفرش ليست فى وضع محور التعادل ولكنها متأخرة عن محور التعادل .	١٢ — أعيد وضع الفرش الى وضع التعادل الصحيح .
(ب) جهد المنبع أعلى من جهد المحرك .	١٣ — اختبر الجهد عند الأطراف وقارنه القيمة المسجلة على لوحة التسمية .
(ج) المجال ضعيف .	١٤ — ابحث عن تماس أرضى وصححه اذا وجد .
(د) فتح فى دائرة ملفات التوازى فى المحرك المركب .	١٥ — افحص الوصلات بين ملفات التوازى ودائرة الاستنتاج استدل على الملف المفتوح واذا لم يتيسر الكشف عن مكان القطع استبدله بملف توازى آخر .

تابع اصلاح محركات تيار مستمر

الأسباب المحتملة	الاصلاح
(هـ) محرك تـوالى يدور بدون حمل ..	١٦ ـ افحص الوصلات الميكانيكيـة بين الحمل والمحرك اوقف المحرك حتى لاينطلق ولا يمكـــن التحكم فيـه .
(و) توصـــيل متباين فى محرك مركب .	١٧ ـ أختبر للكشف عن توصـيل ملفـــات التوالى والتوازى أعكس الأطراف كما سبق شرحه .
خامسا : يوجد شرر زيادة عنـــد الفرش :	
(أ) حالة سطح عضو التوحيد غير مرضية .	١٨ ـ نظف سطح عضو التوحيـد وجلخ السطح والفرش وأعيد وضـع الفرش فى الوضع السليم ويجب الا نستخدم قماش مبلل ـ القاذورات تعتبر معـــدنية وتسبب قصر فى الدائرة أو بين قضبان الموحد .
(ب) عضو الاستنتاج غير متزن .	١٩ ـ يلاحظ هذا فى الاهتزازات ـ أفصل المحرك وتأكد أن الاهتزازات من داخل المحرك نفسه وليست من الحمل ـ خذ عضو الاســتنتاج الى الورشة واعيد اتزانه .
جـ) قصر فى دائرة المحرك .	٢٠ ـ اختبر للكشـــف عن قصر فى دائرة عضو الاستنتاج ـ نظف وابعد الجزيئات المعدنية التى تتراكم بين قضبان عضو التوحيد الذى يوجـد به قفل فى الدائرة .

تابع اصلاح محركات تيار مستمر :

الأسباب المحتملة	الاصلاح
(د) الفرش الكربونية غير مثبتة تماما .	٢١ — نظف الفرش وحامل الفرش ثم أعيد وضعها فى الوضع السليم .
(هـ) يوجد زيوت أو مواد كيميائية أو شوائب من الجو على سطح الموحد .	٢٢ — نظف بدقة — استبدل المحرك بآخر مصمم للعمل مقفلا تماما فى جو نظيف .
سادسا : عندما يدرو المحرك تزيد سخونته .	
(أ) تعدى الحمل .	سبق شرح هذا السبب واصلاحه .
(ب) الكراسى محكمة (مشحوطة)	٢٣ — اذا كان العامود مشحوط فى الكرسيين يكون من الصعب ادارته باليد ، فى هذه الحالة تنظف كراسى التحميل وتكشط لتوسيعها حتى تناسب العامود ،وقد يرجع السبب الى خطأ فى تجميع اجزاء المحرك وخاصة فى تثبيتالغطاءان الجانبيان
سابعا : يدور المحرك بالزيادة فى الاهتزازات والضوضاء :	
(أ) وجود قضبان عالية أو منخفضة	٢٤ — يفحص سطح الموحد باللمس — يخرط الموحد علىمخرطة
(ب) تآكل الكراسي .	٢٥ — غير الكراسى المتآكلة بأخرى جديدة .

الباب الثالث

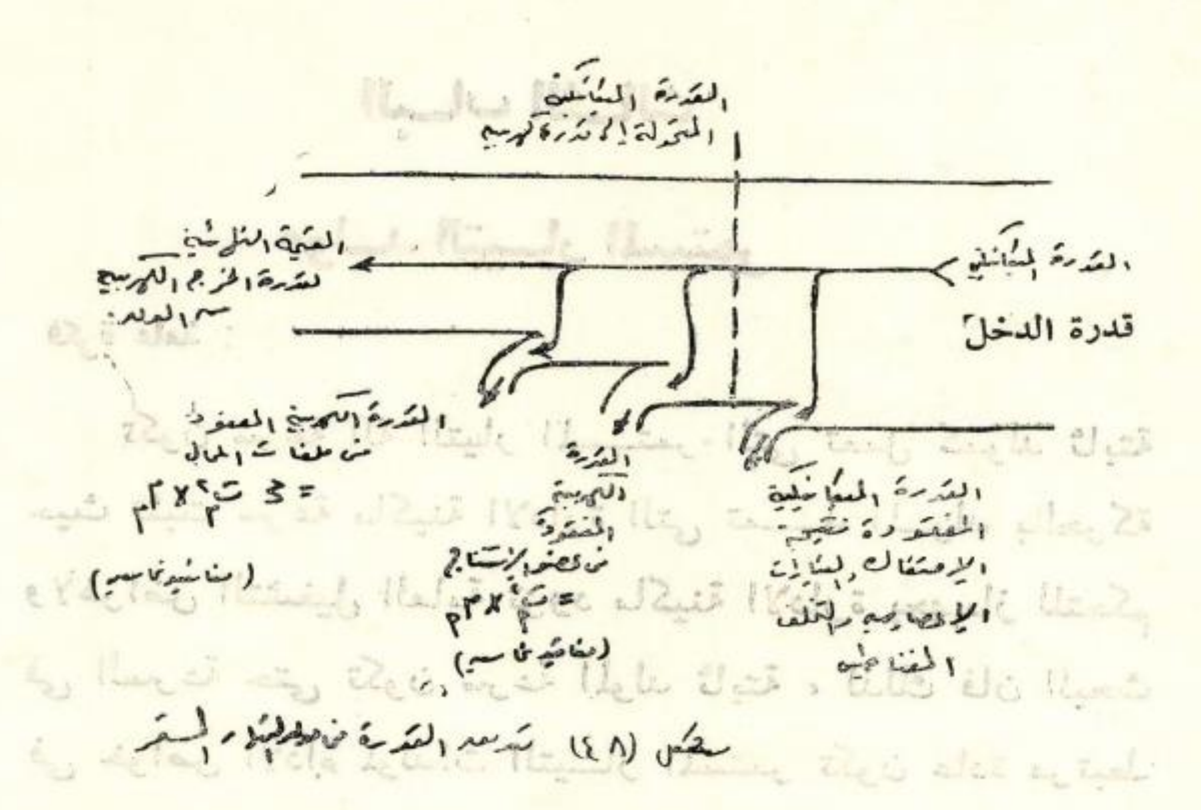
مولد التيار المستمر

فكرة عامة :

تكون سرعة آلة التيار المستمر التى تعمل كمولد ثابتة حيث تثبت سرعة ماكينة الادارة التى تمد المولد بالحركة ولأغراض التشغيل العامة تزود ماكينة الادارة بجهاز للتحكم فى السرعة حتى تكون سرعة المولد ثابتة ، لذلك فان البحث فى خواص الأداء لمولدات التيار المستمر تكون عادة مرتبط بالدرجة الاولى بالعلاقة بين المجال المغناطيسى (التغذية أو الاثارة) والجهد بين الأطراف الخارجية للمولد والحمل ، ويعتبر تأثير التغيير فى الحمل على الجهد بين الأطراف الخارجية للمولد ذو أهمية عملية كبيرة لذلك فان المنحنى البيانى الذى يوضح العلاقة بين الحمل والجهد الخارجى يعتبر منحنى هام ، كما أن الخواص الخارجية وهى العلاقة بين الجهد المتولد والحمل تفيد فى اختيار المولدات .

تدفق القدرة :

تنتقل القدرة الميكانيكية الى المولد من ماكينة الادارة التى تديره مثل التوربينات البخارية أو محركات الديزل وعادة تتحول هذه القدرة الميكانكية مباشرة الى حرارة نتيجة الاحتكاك ويمكن توضيح التدفق فى القدرة للمولدات كما فى الشكل (٤٨) .

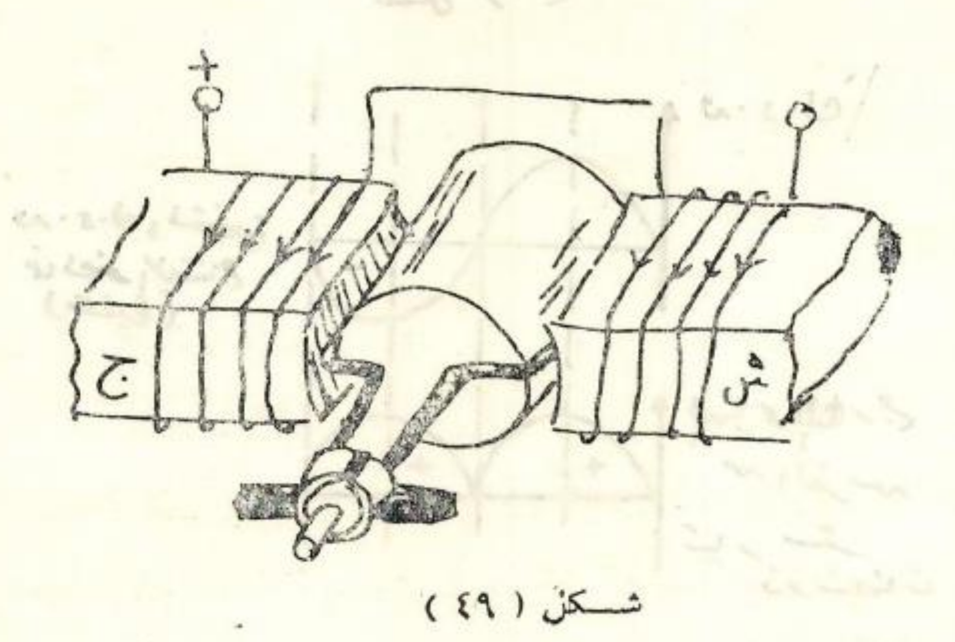


شكل (٤٨) تدفق القدرة في مولد التيار المستمر

نظرية تشغيل مولد تيار مستمر :

الشكل (٤٩) يوضح تركيب مبسط لمولد تيار مستمر يحتوى على قطبين لكل منهما قلب حديدى حوله ملف مكون من عدة لفات بحيث يكون مرور التيــار فى ملــفى القطبين فى اتجاهين متضادين فتكون قطبيتهما مختلفين أحدهما شـــمالى والآخر جنوبى وبين القطبين قلب حديدى مركب على عامود دوران على أحد جانبيه بكرة بسير لنقل الحركة الى القلب وعلى الطرف الآخر من العامود يوجد عضو توحيد وهو فى أبسط صورة عبارة عن حلقة معدنية مكونة من جزئين مركبين على حافة قرص من مادة عازلة ويفصل بين نصفى الحلقة مادة الميكا التى تعزلهما كهربيا ويتصل بكل نصف من نصفى الحلقــة احدى نهايتى الملف الموجود حول القلب (المنتج) وتوجد على سطح كل

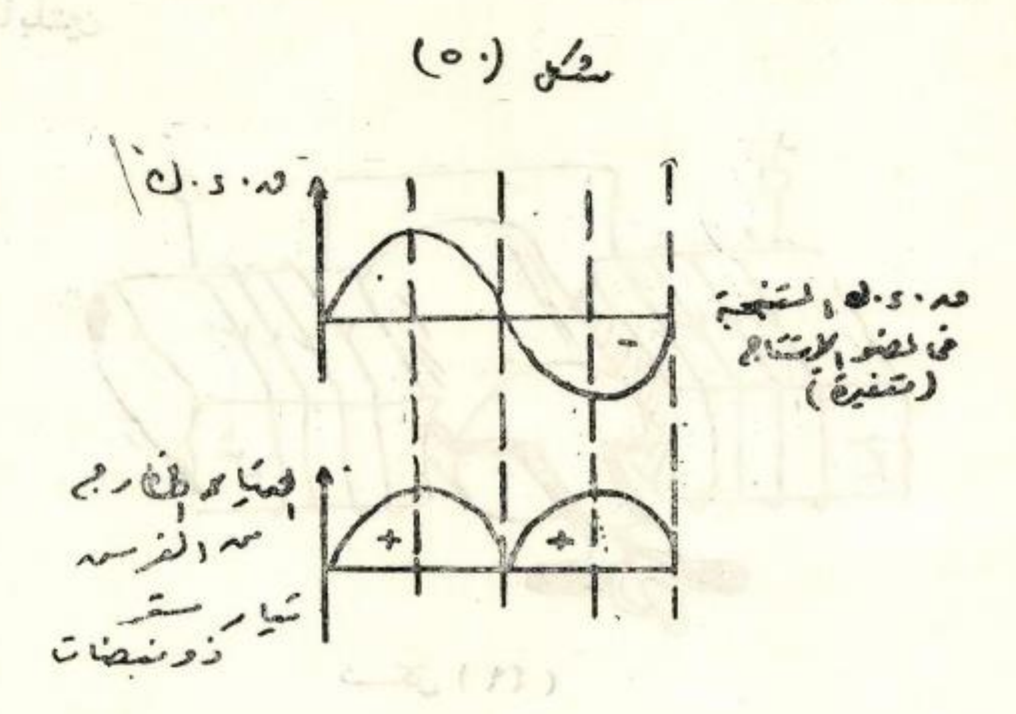
نصف حلقة فرشة كربونية تتصل بأطراف خارجية والفرشتين متقابلتين



شــكل (٤٩)

عند دوران ملف الاستنتاج فى النصف الأول من الذبذبة يكون اتجاه ق · د · ك فى عضــو الاســتنتاج بحيث تـدفع الألكترونات الحرة خلال الفرشة السالبة الى الدائرة الخارجية — وفى النصف الثانى من الذبذبة يتغير اتجاه ق ·د·ك فى عضو الاستنتاج ولكن فى نفس اللحظة وبدوران عضو التوحيد يتغير التلامس بين نصفى الحلقة والفرش وعلى ذلك فان الالكترونات تندفع دائما من الفرشة السالبة الى الدائرة الخارجية أى أن التيار الخارج من الفرشتين هو تيار مستمر ، ويمكننا توضيح العلاقة البيانية بين ق · د · ك فى عضو الاستنتاج والتيــار الخارج من الفرش فى مولد تيار مستمر كما فى شكل (٥٠) ·

الشكل السابق يوضح أن ق · د · ك المستنتجة فى ملف الاستنتاج تكون متغيرة كما فى حالة مولد التيار المتغير ·



شكل (٥٠)

اذا درسنا التيار الخارج من الفرش نجد أنه خلال نصف الذبذبة الأولى نحصل على منحنى موجب كما فى حالة التيار المتغير وفى النصف الثانى من الذبذبة بدلا من حدوث منحنى سالب كما فى مولد التيار المتغير فان عضو التوحيد ينتج منحنى موجب آخر •

حيث أن سريان التيار فى اتجاه واحد دائما فمعنى ذلك أنه تيار مستمر ولو أنه يتضح من الشكل أنه ليس بتيار مستمر منتظم ولكنه على الأصح تيار يتزايد ويتناقص فى القيمة مع ثبات الاتجاه ويسمى مثل هذا التيار بالتيار المستمر ذو النبضات ويمكن التغلب على مثل هذه النبضات بعمل عضو استنتاج يحتوى على عدد كبير من الملفات وبالتالى يزيد عدد أجزاء الموحد حسب عدد الملفات ـ عند دوران

الملف هناك وضعين فى كل ذبذبة تنطبق الفرش عندهما على الفراغين الموجودين بين نصفى حلقة الموحد ولذلك فان الفرشتين تقصران عندهما نصفى الحلقة فاذا تواجد فرق فى الجهد بين نصفى الحلقة فى هذه اللحظات تحدث شرارة كهربية ومثل هذا الشرر يسبب تآكل الفرش ولتفادى مثل هذا الشرر توضع الفرش على عضو التوحيد بحيث يحدث القصر عندما لا يوجد فرق فى الجهد بين نصفى الحلقة ويتوافر هذا الشرط عندما لا يكون بالملف أى جهد منتج ·

أنواع مولدات التيار المستمر

يمكن تقسيم طرق التوصيل بين ملفات المجال وملفات الاستنتاج فى مولد التيار المستمر الى :

١ ــ (أ) المولد ذو الاثارة المنفصلة : حيث توصل ملفات المجال الى منبع تيار مستمر منفصل عن عضو الاستنتاج الخاص بنفس الآلة ·

(ب) المولدات ذات الاثارة الذاتية : ويمكن تقسيمها الى :

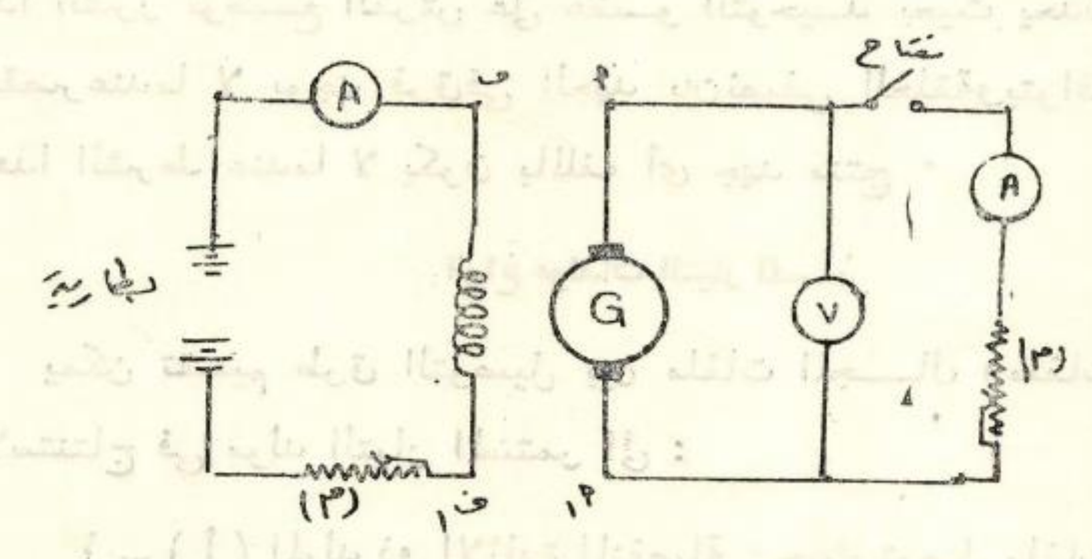
١ ــ مولد التوازى : حيث توصل ملفات المجال على التوازى مع أطراف عضو الاستنتاج ·

٢ ــ مولد التوالى : حيث تتصل ملفات المجال على التوالى مع ملفات الاستنتاج ·

٣ ــ المولد المركب : وفيه ملفين للمجال (توالى وتوازى) ·

اولا : المولد ذو الاثارة المنفصلة

الشكل (٥١) يوضح طريقة بسيطة لتمثيل كل من ملفات المجال وملفات الاستنتاج حيث أ أ ١ هما نهايتى عضو الاستنتاج كما أن ف ، ف١ هما طرفا ملفات المجال حيث تتصل ملفات المجال على التوالى مع مقاومة متغيرة م وجهاز أميتر A الى منبع تيار مستمر كبطارية أو مولد آخر .

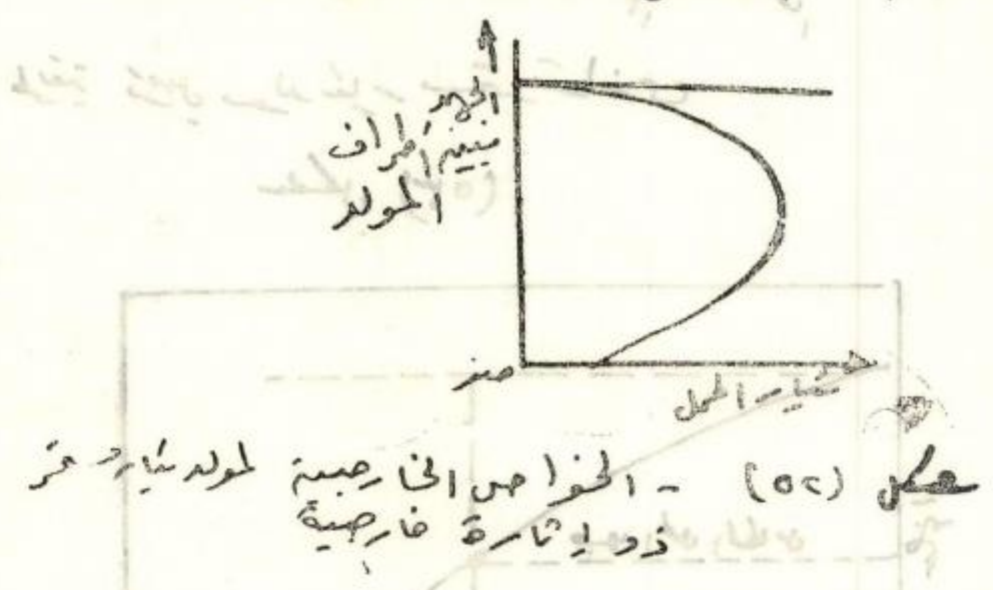


شكل (٥١)
طريقة توصيل مولد تيار مستمر ذو اثارة منفصلة

.. وفى العادة تكون قيمة تيار المجال فى حدود ٥٪ من التيار المحدد للمولد فاذا كان التيار المقرر للمولد هو ١٠٠ أمبير فان تيار المجال يكون حوالى ٥ أمبير .

حيث أن ملفات الاستنتاج تتصل بالتوالى مع الحمل الخارجى فأى زيادة فى التيار المستهلك (زيادة فى الحمل) يتبعها زيادة فى تيار الاستنتاج حيث أن مقاومة الاستنتاج تبقى ثابتة فان الزيادة فى تيار الاستنتاج أى الزيادة فى الحمل تؤدى الى زيادة فى الجهد المفقود فى دائرة الاستنتاج والنتيجة تكون انخفاض الجهد بين الأطراف الخارجية للمولد حيث فرق الجهد بين طرفى المولد = ق . د . ك المستنتجة فى المنتج مطروحا منها الانخفاض فى الجهد فى ملفات الاستنتاج .

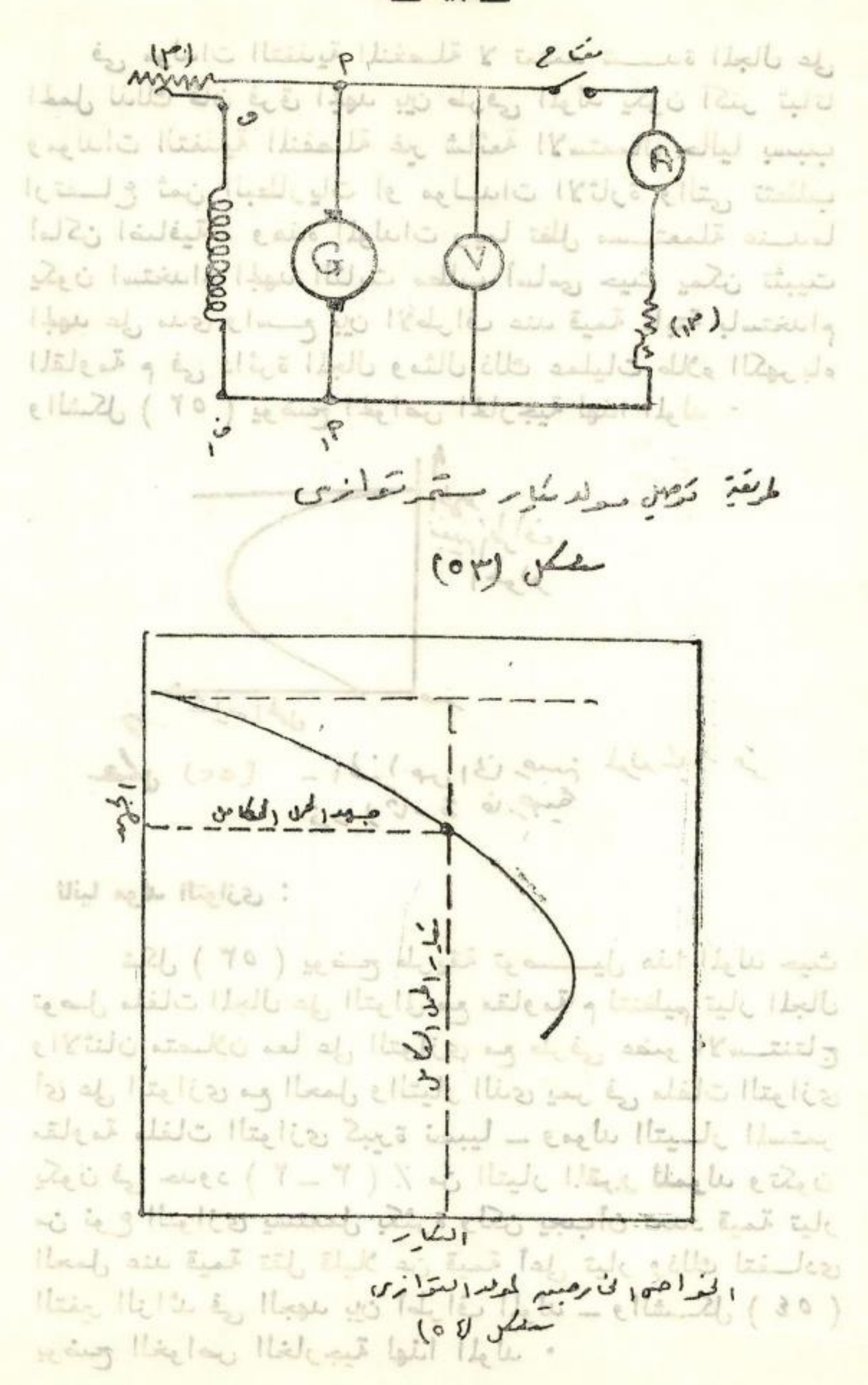
فى مولدات التغذية المنفصلة لا تعتمد شـــدة المجال على الحمل لذلك فان فرق الجهد بين طرفى المولد يكون أكثر ثباتا ومولدات التغذية المنفصلة غير شائعة الاستعمال حاليا بسبب ارتفـــاع ثمن البطاريات أو مولـــدات الاثارة والتى تتطلب أماكن اضافية ، وهذه المولدات ربما تظل مســتعملة عنـــدما يكون استخدام الجهد الثابت مطلب أساسى حيث يمكن تثبيت الجهد على مدى واســـع بين الأطراف عند قيمة ثابتة باستخدام المقاومة م فى دائرة المجال ومثال ذلك عمليات طلاء الكهرباء والشكل (٥٢) يوضح الخواص الخارجية لهذا المولد ٠



شكل (٥٢) - الخواص الخارجية لمولد تيار مستمر ذو إثارة خارجية

ثانيا مولد التوازى :

شكل (٥٣) يوضح طريقة توصـــــيل هذا المولد حيث توصل ملفات المجال على التوالى مع مقاومة م لتنظيم تيار المجال والاثنان متصلان معا على التوازى مع طرفى عضو الاســـتنتاج أى على التوازى مع الحمل والتيار الذى يمر فى ملفات التوازى مقاومة ملفات التوازى كبيرة نسبيا ـ ومولد التيـــار المستمر يكون فى حدود (٢ ـ ٣) ٪ من التيار المقرر للمولد وتكون من نوع التوازى يستعمل بكثرة ولكن يجب أن تحدد قيمة تيار الحمل عند قيمة تقل قليلا عن قيمة أعلى تيار وذلك لتفـــادى التغير الزائد فى الجهد بين أطراف المولد ـ والشـــكل (٥٤) يوضح الخواص الخارجية لهذا المولد ٠



طريقة توصيل مولد تيار مستمر توازى

شكل (٥٣)

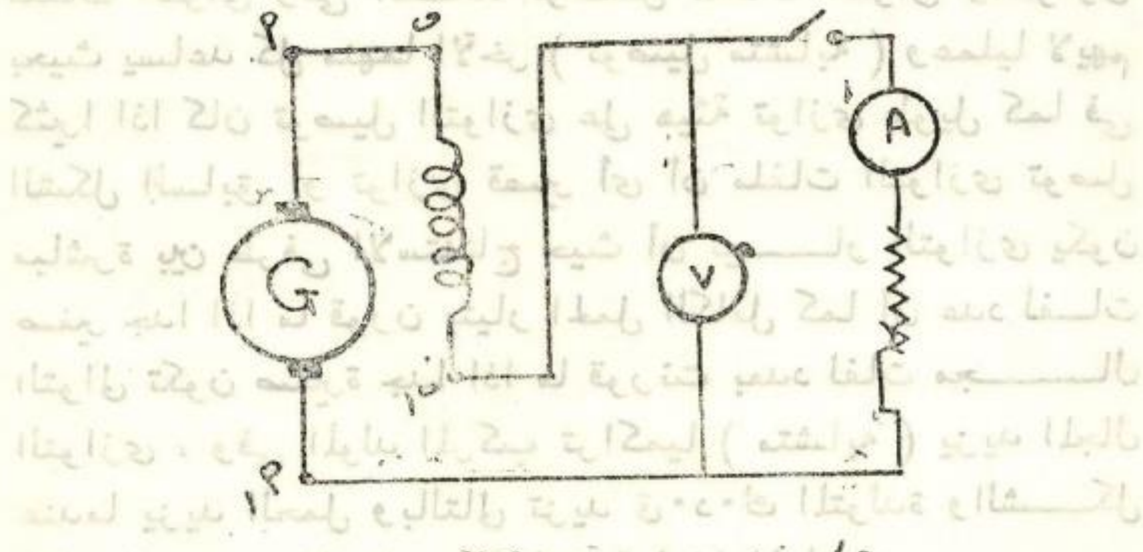
الخواص الخارجية للمولد التوازى

شكل (٥٤)

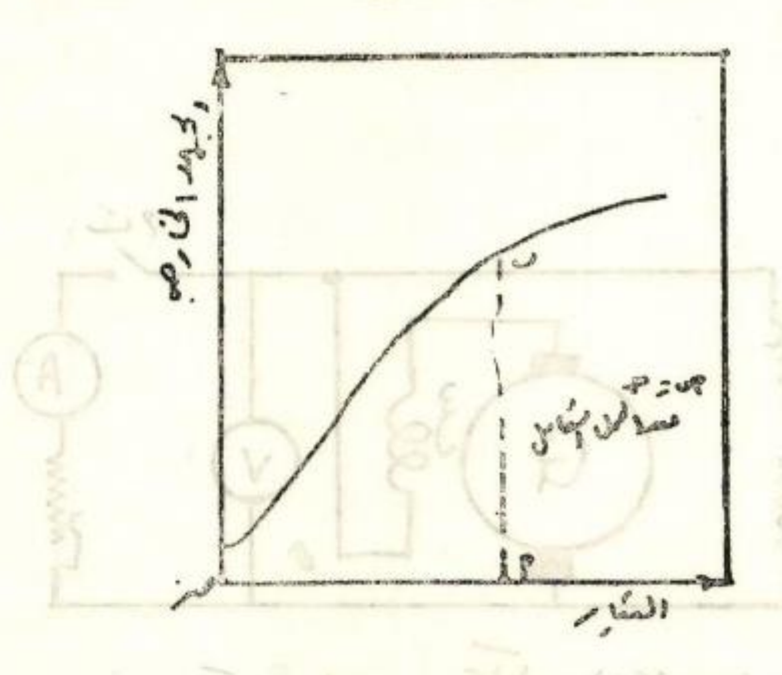
ثالثا : مولد التوالى :

الشكل (٥٥) يوضح طريقة توصيل هذا المولد

حيث أن كل تيار الاستنتاج يمر فى ملفات مجال التوالى لذلك فان ملفات التوالى تتكون من بضعة لفات من سلك غليظ أى لها مقاومة صغيرة ، ومن خواص هذا المولد أن استعماله لا يكون مناسبا اذا كان المطلوب أن يحفظ الجهد بين أطراف



شكل (٥٥) مولد توالى

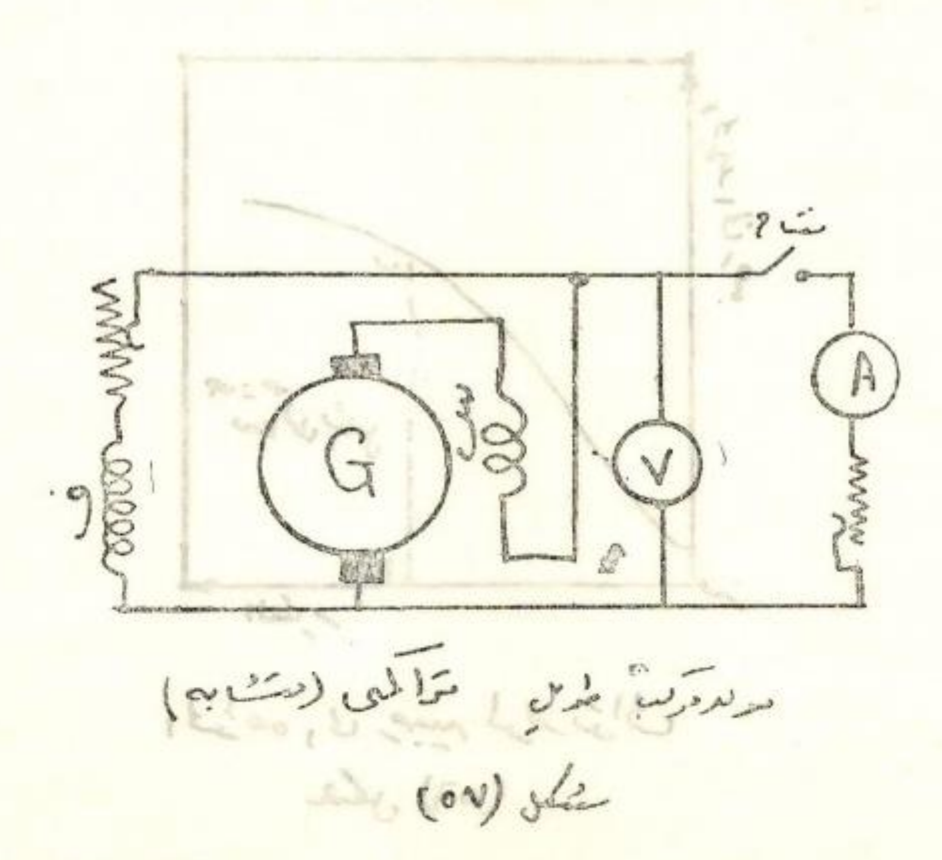


الخواص الخارجية لمولد توالى
شكل (٥٦)

المولد ثابتة أو حتى قريبا من الثبـــات على مدى واسع لتيـــار الحمل والشكل (٥٦) يوضح الخواص الخارجية لهذا المولد ٠

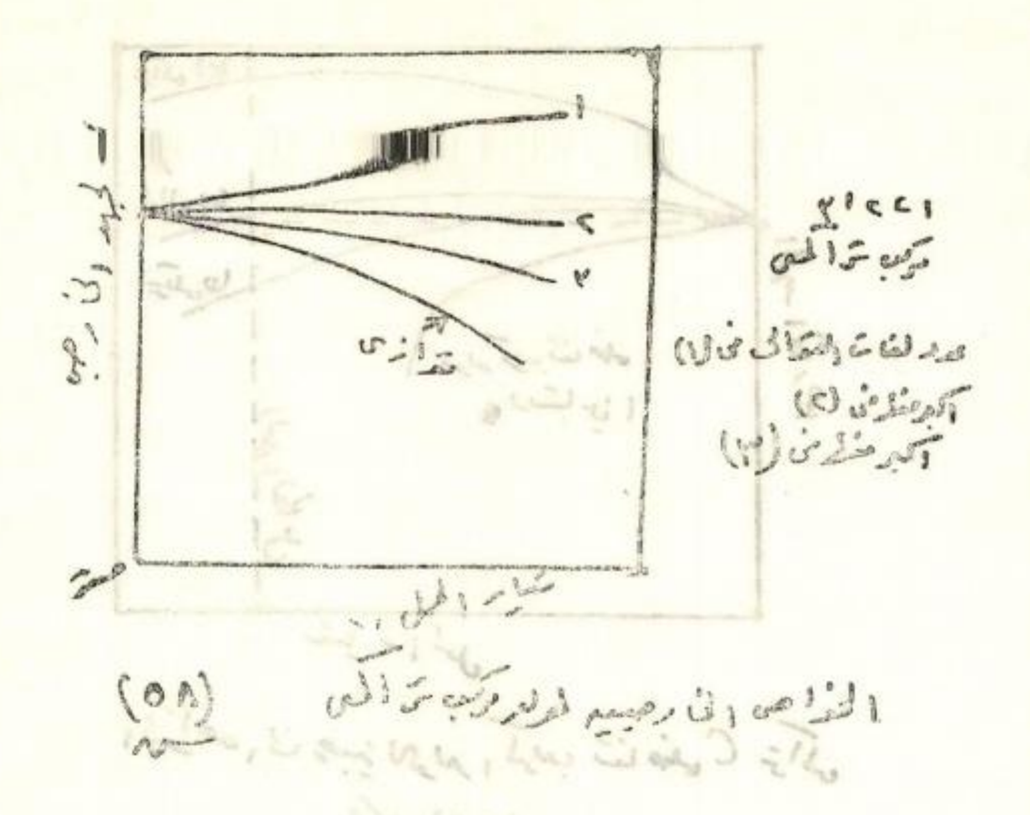
رابعا : المولد المركب :

فى الشــكل (٥٧) ف تمثل ملفات التوازى ، س تمثل ملفات التوالى وفى العــادة توصــل ملفات التوالى والتوازى بحيث يساعد كل منهما الآخر (توصيل متشابه) وعمليا لايهم كثيرا اذا كان توصيل التوازى على هيئة توازى طويل كما فى الشكل السابق أو توازى قصير أى أن ملفات التوازى توصل مباشرة بين طرفى الاستنتاج حيث أن تيـــــار التوازى يكون صغير جدا اذا ما قورن بتيار الحمل الكامل كما أن عدد لفــات التوالى تكون صغيرة جدا اذا ما قورنت بعدد لفات مجـــــال التوازى ، وفى المولد المركب تراكميا (متشابه) يزيد المجال عندما يزيد الحمل وبالتالى تزيد ق٠د٠ك المتولدة والشــكل (٥٨) يوضح الخواص الخارجية لهذا المولد ٠



مولد مركب طويل تراكمى (متشابه)

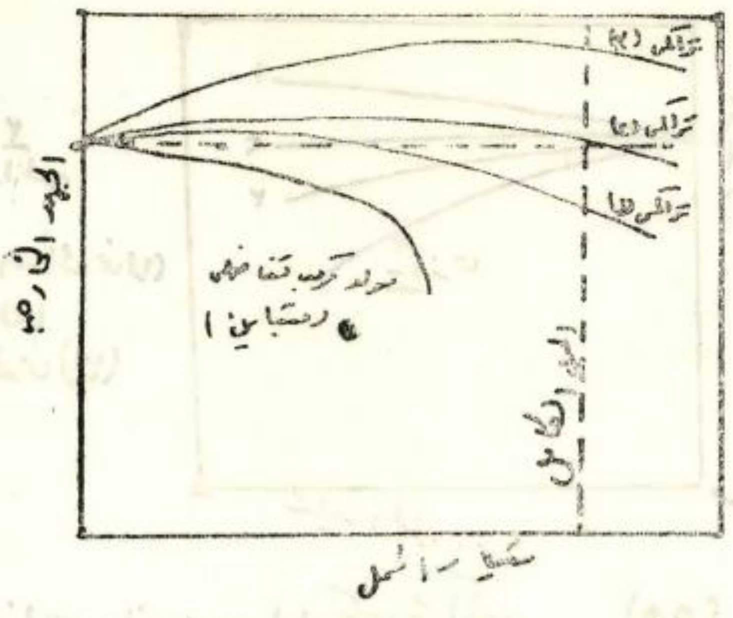
شكل (٥٧)



(٥٨)

المولدات المركبة تفاضليا :

بالرغم من أن المولدات المركبة تفاضليا (أى الموصلة توصيل متباين) تستخدم فى بعض التطبيقات الغير عادية فقط الا أنه من المهم أن نأخذ فى الاعتبار دراسة خواص هذه المولدات والخواص الخارجية لهذا النوع لا تختلف عن الخواص الخارجية للمولدات المركبة تراكميا عند لحظة اللا حمل وعندما يوصل حمل بالمولد التفاضلى فان الجهد بين أطرافه سينخفض انخفاض سريع مع زيادة الحمل حيث توجد به كل العوامل التى تساعد انخفاض الجهد فى مولد التوازى بالاضافة أن الزيادة فى مجال التوالى تضاد مجال التوازى مما يعمل على زيادة مقدار الانخفاض فى الجهد بين الاطراف ويمكن الرجوع الى الشكل (٥٩) .



الخواص الخارجية للمولد المركب تفاضلى C تراكمى
شكل (٥٩)

اقطاب التوحيد :

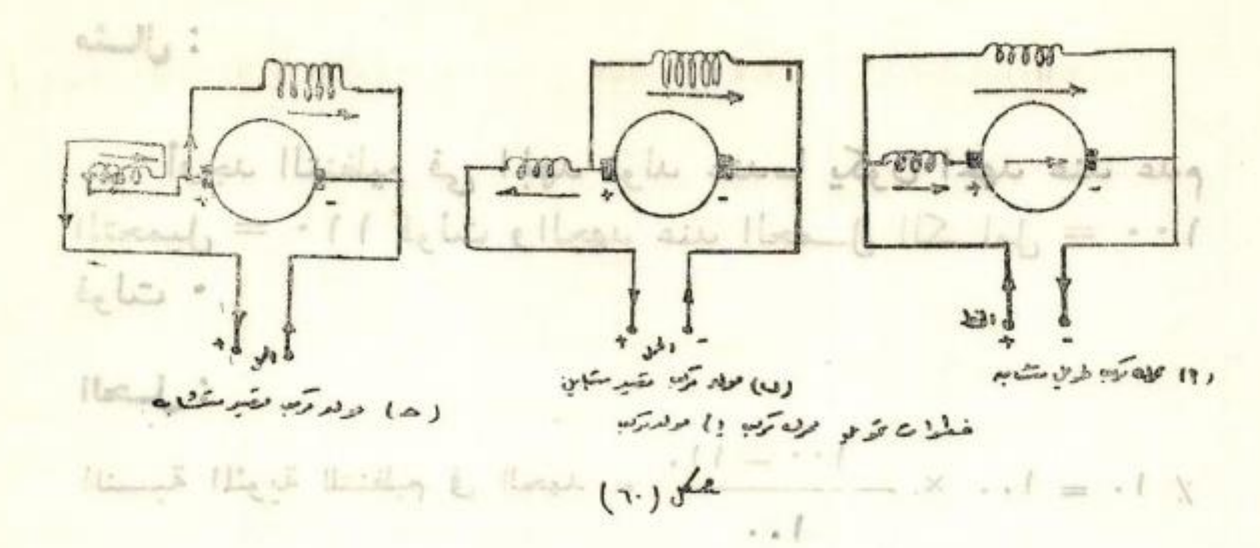
تستعمل أقطاب التوحيد فى جميـــع أنواع المولدات التى ذكرناها وتوصل أقطـــاب التوحيد على التوالى مع ملفـــات الاستنتاج كما فى محركات التيار المســتمر ، ويمكن الرجوع اليها فى الباب السابق .

تحويل محرك مركب الى مولد مركب :

توصل محركات التيار المســتمر المركبة بطريقــة المركب الطويل التراكمى (المتشابه) ولتحويل محرك مركب تراكمى طويل الى مولد تتبع الخطوات التالية :

١ ــ غير التوازى الطويل الى توازى قصير .

٢ ــ اعكس طرفى ملفـــات التوالى ويمكن الرجوع الى الشكل (٦٠) آ ، ب ، جـ لتتبـــع خطوات التحويل ، وفى هذا التحويل يظل اتجاه الدوران كما هو .



شكل (٦٠)

التنظيم في الجهد :

لتنظيم الجهد المتولد توضع مقاومة متغيرة فى دائرة ملفات التوازى ويمكن تغيير قيمة الجهد بتغيير وضع هذه المقاومة ويتضح ذلك فى الشكلين (٥١) ، (٥٣) .

يعرف التنظيم فى الجهد لمولدات التيار المستمر بأنه النسبة المئوية للتغير فى الجهد الخارجى عندما يقل الحمل عن القيمة المقررة أى الى الصفر (اللاحمل) ومع اعتبار أن كل العوامل الخارجية ما عدا الحمل يجب أن تكون ثابتة بمعنى أن السرعة ودرجة الحرارة ، وضع الريوستات فى دائرة المجال يجب أن تكون جميعها ثابتة .

وقيمة التنظيم فى الجهد تكون عادة قيمة موجبة ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للتنظيم فى الجهد} = \frac{\text{الجهد عند عدم التحميل} - \text{الجهد عند الحمل الكامل}}{\text{الجهد عند الحمل الكامل}} \times ١٠٠$$

مثـال :

أوجد التنظيم فى الجهد لمولد عندما يكون الجهد عند عدم التحميل = ١١٠ فولت والجهد عند الحمل الكامل = ١٠٠ فولت ٠

الحـل :

$$\text{النسبة المئوية للتنظيم فى الجهد} = \frac{١١٠ - ١٠٠}{١٠٠} \times ١٠٠ = ١٠ \%$$

وكلما انخفضت هذه النسبة يكون المولد اكفأ ٠

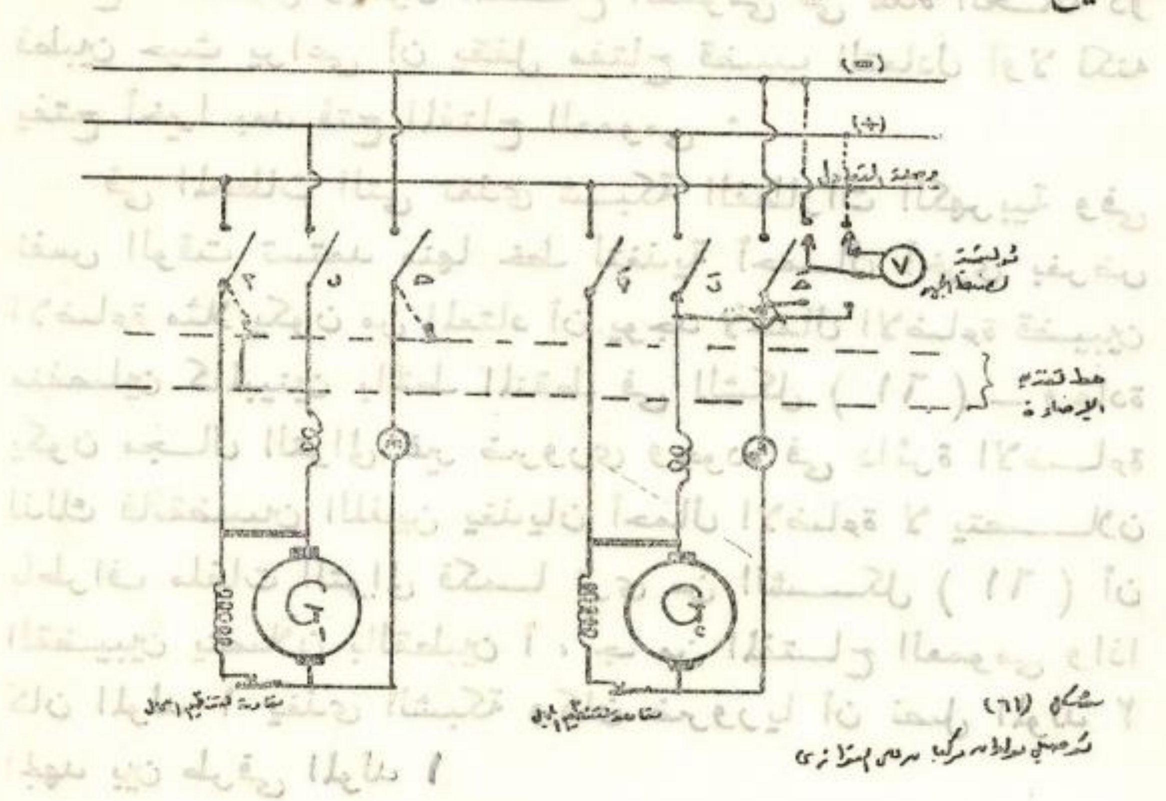
توصيل المولدات المركبة على التوازى التيار المستمر :

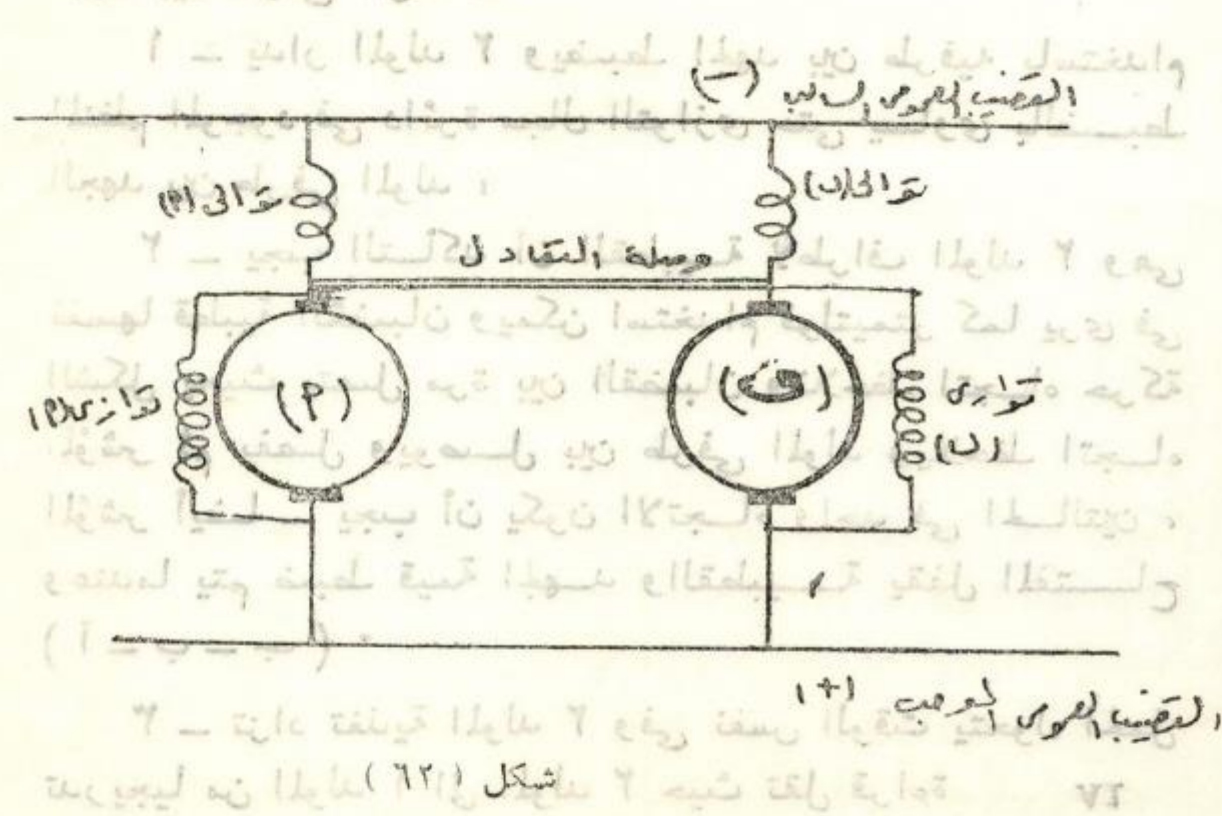
يستخدم الفولتميتر والأميتر فى قياس الجهد والتيار على التتابع ، ويوصل الفولتميتر على التوازى دائما مع الخط فى حين يوصـــل الأميتر على التوالى مـــع الخط ويمكن الرجوع للأشكال (٥١) ، (٥٢) ، (٥٥) ، (٥٧) ٠

توصيل المولدات المركبة على التوازى التيار المستمر :

عندما يعمل عدد من مولدات التيار المستمر مع بعضه على التوازى يجب أن تتصل كل النهايات الموجبـة وكـل النهايات السالبة الى قضيبين ثقيلين من النحاس تسـمى بالقضـــبان العمومية ، وفى حالة التيار المستمر توضع هذه القضبان خلف اللوحة العمومية ويمكن تحديدها بالموجب والســـالب لكـل المحطة ، وتتصل المولدات بهذه القضبان خلال مفاتيح عمومية مفتاح لكل مولد ـ وفى الحالات التى يوجد فيها مولدات تحتوى على ملفات مجـــال توالى يكون من الضرورى توصـــيلها على التوازى ، فى هذه الحالة يلزم أيضا استخدام قضيب تعـادل وذلك لتفـادى حدوث تيار محلى يمر بين القضـبان العمومية والمولدات وقد يسبب هذا التيار تحويل أحد المولدين ليدور

كمحرك والشكل (٦١) يوضح التوصيل الحقيقى كما هو مبين ، أما الشكل (٦٢) يوضح التوصيل بدون استخدام أى مفاتيح أو أجهزة قياس .





شكل (٦٢)

والمفتاح العمومى فى هذه الحـــالة هو مفتــاح ثلاثى الأقطاب وكل الأقطاب الثلاثة تتصل بذراع واحد بحيث تقفل أو تفتح فى نفس الوقت ويمكن أن يكون لوصـــلة التعـادل مفتاح منفصـل ويكون المفتــاح العمومى فى هذه الحـالة ذو قطبين حيث يراعى أن يقفل مفتاح قضيب التعادل أولا لكنه يفتح أخيرا بعد فتح المفتاح العمومى .

فى المحطات التى تغذى شـبكة القطارات الكهربية وفى نفس الوقت تستمد منها خط لتغذية أحمـــال أخرى بفرض الاضاءة مثلا يكون من المعتاد أن يوجد لأحمال الاضاءة قضيبين منفصلين كالمبينين بالخط المنقط فى الشكل (٦١) ــ وعادة يكون مجـــال التوالى غير ضرورى وجوده فى دائرة الاضـــاءة لذلك فالقضيبين اللذين يغذيان أحمال الاضاءة لا يتصـــلان بأطراف ملفات التوالى فكمـــا نرى من الشـــكل (٦١) أن القضيبين يتصلان بالقطبين أ ، جـ من المفتـــاح العمومى واذا كان المولد ١ يغذى الشبكة وكان ضروريا أن نصل المولد ٢ الجهد بين طرفى المولد ١

١ ــ يدار المولد ٢ ويضبط الجهد بين طرفيه باستخدام المنظم الموجود فى دائرة مجال التوازى حتى يساوى بالضـــبط الجهد بين طرفى المولد ،

٢ ــ يجب التـــأكد أن القطبيـــة لأطراف المولد ٢ وهى نفسها قطبية القضبان ويمكن استخدام فولتيمتر كما يرى فى الشكل بحيث يتصل مرة بين القضبان ونلاحظ اتجـــاه حركة المؤشر ثم يفصل ويوصـــل بين طرفى المولد ويلاحظ اتجـــاه المؤشر أيضا ــ يجب أن يكون الاتجـــاه واحد فى الحـــالتين ، وعندما يتم ضبط قيمة الجهـــد والقطبيـــة يقفل المفتـــاح (أ ــ ب ــ جـ) .

٣ ــ تزاد تغذية المولد ٢ وفى نفس الوقت يتحول الحمل تدريجيا من المولد ١ الى المولد ٢ حيث تقل قراءة

بينما تزيد قراءة A2 وبضبط التغذية يمكن لمولد ٢ ان يتقاسم أى جزء من الحمل الكلى ٠

واذا أردنا ايقاف أى مولد وليكن المولد ١ ليس من المستحسن عمليا أن نفتح المفتاح الرئيسى (أ ــ ب ــ جـ) وذلك خوفا من حدوث شرارة كبيرة بين ملامسات المفتاح ، كما أن الحمل بهذه الطريقة يتحول فجأة الى المولد ٢ ٠

والطريقة السليمة هى :

١ ــ نقلل اثارة المولد ١ تدريجيا حتى يصير التيار المار الى الشبكة مأخوذ كلية من المولد ٢

٢ ــ نزيد تغذية المولد ٢ تدريجيا ٠

٣ ــ نفتح المفتاح العمومى (أ ــ ب ــ جـ) لأنه فى هذه الحالة لا يحمل أى تيار ٠

تحديد الخلل والاصلاح فى مولدات التيار المستمر

تتلخص عيوب مولدات التيار المستمر فى :

١ ــ لا يتولد جهد ٠

٢ ــ عند تحميل المولد يقل الجهد بدرجة كبيرة ٠

٣ ــ الجهد بين الأطراف لا يصل الى قيمته القصوى ٠

والجدول الآتى يبين الخلل وطريقة اصلاحه :

العيب	السبب	الاصلاح
اذا لم يتولد الجهد	أ — فقـد المغناطيسية المتبقية .	توصيل ملفات مجال التوازى مع منبع خارجى للتيار المستمر فترة قصيرة .
	ب — وجود فتح ملفات المجال .	اختبر للكشف عن ملفات مجال مفتوحة ثم اعزلها جيدا .
	جـ — وجود وصلات معكوسة .	جـ — اختبر توصيلات ملفات الاقطاب ببعضها .
	د — ضعف التلامس عند الفرش .	د — اصلح السوست المتحكمة فى الضغط على الفرش .
	هـ — خطأ فى قطبية الأقطاب .	هـ — اعكس توصيل أطراف ملفات التوازى .
	و — خطأ فى اتجاه الدوران .	و — اعكس اتجاه الدوران .
اذا قل الجهد بدرجة كبيرة عند التحميل	أ — توصيل متباين .	أ — اعكس أطراف ملفات التوالى
	ب — قصر في المنتج	ب — اختبر لتحديدمكان القصر عند قضبان الموحد أو فى أحد الملفات .
	جـ — تعدى الحمل .	جـ — يخفف الحمل بادخال مولدات أخرى على التوازى .
اذا لم يصل الجهد الى قيمته القصوى	أ — خطأ فى وضع الفرش .	أ — اختبر لتحديد الوضع الصحيح للفرش فى مستوى التعادل .
	ب — قصر في ملفات المنتج أو ملفات المجال .	ب — اختبر للكشف عن الملفات المقصورة .
	جـ — فتح فى ملفات المجال .	جـ — اختبر للكشف عن الملفات المفتوحة حول الأقطاب .
	د — ضعف التلامس عند الفرش .	د — افحص حامل الفرش والياى المتحكم فى الفرش .
	هـ انخفاض فى سرعة المولد .	هـ — لاحظ سرعةالآلة التى تدير المولد واضبط سرعتها عند القيمة المحددة .

الباب الرابع

الآلات المتزامنة ثلاثية الاوجه

فكـــرة عامــة :

الآلة المتزامنة هى آلة تيار متردد مولد أو محرك ويبنى تشغيلها على العلاقة الآتية :

$$ن = \frac{١٢٠ \times د}{ق}$$ حيث ن = السرعة الدورانية

د = التردد ذبذبة / ثانية

ق = عدد الأقطاب المغناطيسية

عندما يتم توصيل الآلة المتزامنة بأى شبكة كهربية فانه يجب أن تحافظ الآلة على العلاقة الســابقة ما دامت مســتمرة فى أداء وظيفتها ·

واذا فشــل المحرك المتزامن فى المحــافظة على سرعته المتوســطة أو اذا انحرفت سرعتــه كثيرا عن القيمــة المقررة لحظيا فان الآلة فى هذه الحــالة تعجز عن تــكوين عزم دوران مناسب ليحافظ على دورانها وسوف تتوقف الآلة ·

عندما تعمــل الآلة المتزامنــة لمولــد فانهــا تنتج جهــد متغير ذو تردد يمكن حسابه من العلاقة الســابقة بمعــنى أن

$$التردد = \frac{السرعة\ الدورانية\ (لفة/دقيقة) \times عدد\ الأقطاب}{١٢٠}$$ ذ / ث

والجهــد المتولد نتيجة تيار مجال ثابت لا يكون ذو قيمة ثابتة ولكنه يكون متغير ·

يعود استعمـــال مولدات التيـــار المتغير المتزامنـــة لأن تصميمها يكون أبسط وتصنيعها يمـكن لقـدرات كبيرة من قدرات مولدات التيار المستمر .

كما أن محركات التيار المتغير ثلاثية الأوجه هى الأكثر استعمالا فى ادارة مختلف الآلات فى التطبيقات العملية وذلك لبساطة تشغيلها ورخص ثمنها عن محركات التيار المستمر .

والمولدات المستخدمة فى محطـات التوليد الهيدروليـكية تدار بتربينات مائية بسرعة منخفضة تتراوح بين ٦٨ ـ ٢٥٠ لفة / دقيقة ، أما فى محطات التوليد الحرارية تولد القـدرة الكهربية بوحدات توليـد تتـكون من توربينـات بخـــارية ومولدات ومن أجل تحسين استغلال القدرة البخارية تصـمم التوربينات البخارية للعمل بسرعة عالية حوالى ٣٠٠٠ لفة / دقيقة .

تركيب الآلة المتزامنة ثلاثية الأوجه :

يتكون التركيب المناسب للآلة المتزامنـــة ثلاثية الأوجه من :

١ ـ العضو المنتج للمجال المغناطيسى ـ يتم تغذية المجال بتيار مستمر .

٢ ـ عضو الاستنتاج عضـــو يعمـــل بتيـــار متغير ثلاثى الأوجه .

يمكن أن يكون العضـــو الدوار أى من العضـــو المنتج للمجال أو عضو الاستنتاج .

وكلا التركيبين يســـتعملان ولـكن التـــركيب الأكثر استعمالا يكون فيه العضو المنتج للمجـــال هو العضـــو الدوار وذلك لتبســـيط التصـــميم والتركيب بحيث يلائم متطلبـــات

العزل الكهربى السليم وضرورة المحافظة على قوة التحمل الميكانيكية مما يقلل التكلفة حيث تكون الملفات التى تعمل على جهود عالية موجودة فى العضو الثابت ـ حيث أن عضو الاستنتاج للتيار المتغير يعمل دائما على جهود أعلى من تلك الجهود المستخدمة فى ملفات المجال التى تعمل بالتيار المستمر لذا فان الغالبية العظمى من آلات التيار المتغير المتزامنة تكون من النوع ذو عضو الاثارة الدوار ويمكن أن يكون العضو المنتج للمجال (العضو الدوار) أما من النوع ذو الأقطاب البارزة او الاقطاب الغير بارزة ، وعادة يكون النوع ذو الاقطاب الغير بارزة هو الأكثر شيوعا حيث أنه يلائم الآلات ذات السرعات العالية ـ أما التركيب ذو الأقطاب البارزة فيستعمل للسرعات المنخفضة وعادة تكون ملفات عضو الاستنتاج من النوع ذو الدائرة المفتوحة حيث يقسم العدد الكلى للملفات الى ثلاث أجزاء متساوية ومتماثلة مع بعضها فيما عدا أن الأقسام الثلاثة تكون مترحلة عن بعضها ١٢٠ ه كهربية وذلك بتقسيم عدد المجارى الواقعة تحت كل قطب الى ثلاث أقسام متساوية ـ وفى حالة الملفات ذات الطبقتين أى جانبى ملف لكل مجرى فانه يلاحظ الآتى :

(أ) الملفات التى توجد أحد جوانبها فى قاع الثلث الأول للمجارى المقابلة لكل الأقطاب توصل على التوالى مع بعضها لتكون ملف الوجه الأول ٠

(ب) الملفات التى لها جوانب فى قاع الثلث الثانى للمجارى المقابلة لكل الأقطاب توصل ببعضها على التوالى لتكون ملفات الوجه الثانى ٠

(جـ) الملفات التى لها جوانب فى قاع الثلث الثالث للمجارى المقابلة لكل الأقطاب توصل مع بعضها على التوالى لتكون ملفات الوجه الثالث ٠

المحرك المتزامن :

المحركات المتزامنــة هى محركات ذات قدرة متوســطة الى كبيرة يدور عضوها الدوار بتأثير المجــال المغنــاطيسى الدوار بسرعة ثابتة هى سرعة التزامن وعادة يصمم المحرك المتزامن بحيث يناسب الدوران فى اتجــاه واحد فقط ، فيوجد نوعان رئيسيان من حيث التركيب هما :

(أ) محركات متزامنة ذات أقطاب بارزة ·

(ب) محركات متزامنة (تأثيرية) أو حثية ·

عادة ملفات العضو الثابت لــكلا النوعين تشابه ملفــات العضو الثابت للمحرك التأثيرى وعند توصيل ملفات العضــو الثابت بمنبع تيار متغير ثلاثى الأوجه ينتج مجال مغنــاطيسى دوار ولكن بعد البدء وبدلا من استخدام هذا المجال الدوار فى توليد ق · د · ك فى موصــــلات العضو الدوار يستنتج عزم دوران على العضو الدوار فيدور المحرك وعــادة يتم الترتيب للمحركات المتزامنة بحيث تبدأ كمحركات تــأثيرية وعنــدما تصل الى السرعة الكاملة للمحرك التــأثيرى تتحول سرعتهــــا الدورانية بالزيادة الى سرعة التزامن وذلك بادخال تيار مستمر فى ملفات العضو الدوار ·

كيفية تشغيل المحرك المتزامن ذو العضو الدوار من نوع الأقطاب البارزة ويحتوى على ملفات اثــارة :

يتركب العضو الدوار من هذا النوع من أقطــاب بارزة تشبه العضــو الدوار للمردد ويبــدأ هذا النوع من المحركات حركتــه كمحرك قفص سنجــابى وذلك عن طريق اســتعمال قضبان نحاسية تبيت (تدفن) فى أوجه الاقطاب وتوصل هذه القضبان ببعضها بحلقات نحاسية لتكون ما يشبه ملفات القفص الســنجابى بعــد الدوران ووصول السرعة الى سرعة المحرك

التأثيرى يدفع العضو الدوار الى سرعة التزامن باستخدام تيار مستمر يمر فى ملفات المجال التى تدور ويؤخذ هذا التيار من آلة تنبيه (اثارة) ذو تيار مستمر ويحصل على تيار البدء المنخفض اللازم لعزم الدوران المقرر باستعمال ملفات معزولة بثلاثة أوجه توضع فى أوجه القضبان وبدلا من استخدام قفص سنجابى بسيط توصل الملفات خلال حلقات انزلاق توصل بمقاومة خارجية ، وتغير المقاومة أثناء فترة البدء كما المحرك التأثيرى ذو حلقات الانزلاق .

بدء حركة المحركات المتزامنة .

لا يعطى المحرك المتزامن أى عزم دوران للبدء عندما يعمل بالتزامن ، ولكى نجعل المحرك يبدأ ذاتيا يضاف اليه ملفات مساعدة تسمى ملفات الاخماد وملفات الاخماد هذه توضع فى مجارى حول سطح التركيب المعد لانتاج المجال فى الآلة كما فى الشكل (٦٣) ، والشكل (٦٤) والذى يكون بنفس التركيب العام كما فى الملف الثانوى لمحرك تأثيرى ثلاثى الأوجه — والملفات المساعدة هذه تكون عادة من نوع القفص السنجابى ولكن العضو الدوار الملفوف يستخدم عندما يكون من الضرورى انتاج عزم دوران كبير عند بدء المحرك المتزامن .

والمحرك المتزامن الذى يحتوى على ملفات اخماد يعمل كمحرك تأثيرى ثلاثى الأوجه وذلك طالما أن ملفات الاخماد لا تغذى من منبع تيار مستمر مستقل ومثل هذا المحرك يسمى بالمحرك المتزامن ذو البدء الذاتى بمعنى أنه ينتج عزم الدوران اللازم للبدء بفعل المحرك التأثيرى لذا فان الطرق العامة المستخدمة لبدء حركة المحرك المتزامن ذات البدء (بدون ملفات اثارة) هى نفسها الطرق المستخدمة فى بدء حركة المحركات التأثيرية مع أن هناك بعض التحذيرات يجب مراعاتها : — عند ظروف الدوران العادية نظرا لعدم وجود حركة نسبية بين القوة الدافعة المغناطيسية لعضو الاستنتاج (العضو الثابت) وملفات المجال للمحرك المتزامن فلا يتولد فرق جهد فى ملفات المجال من الفيض المغناطيسى الموجود فى الثغرة الهوائية .

لذلك فاذا سلط فرق جهد على ملفات الاستنتاج عندما يكون المحرك متوقف (ساكن) وتكون ملفات المجال بدون اثارة ينتج عن ذلك أن المجال المغناطيسى الدوار المستنتج من تيار ثلاثى الأوجه سيقطع ملفات المجال بسرعة التزامن فيولد جهد عالى فى ملفات المجال وهذا الجهد العالى يكون خطير وعادة يؤدى ذلك الى كسر فى عزل ملفات المجال ٠

لذلك عند بدء حركة المحرك المتزامن يجب أن تقصر ملفات المجال على مقاومة مناسبة لكى يوزع الجهد المتولد خلال كل الملفات ونمنع أى جزء من ملفات المجال من التعرض للجهد العالى المتولد خلال كل الملفات ونمنع أى جزء من ملفات المجال من التعرض للجهد العالى المتولد ٠

وخطوات بدء المحرك المتزامن هى : —

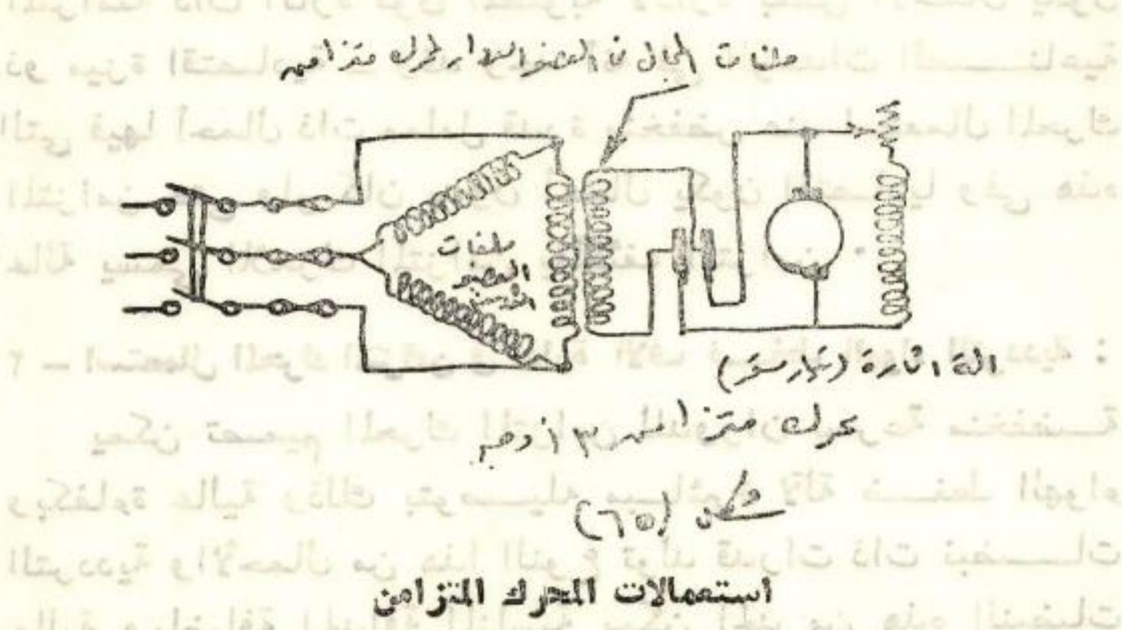
١ — تقصر ملفات المجال خلال مقاومة مناسبة ٠

٢ — يسلط جهد على ملفات الاستنتاج — يبدأ المحرك وتزيد سرعته كمحرك تأثيرى وأى محرك تأثيرى لا يمكنه أن يدور بنفسه ذاتيا بسرعة تساوى سرعة التزامن ، ورغم وجود الملفات المساعدة فان المحرك لا يمكنه أن يصل الى القيمة الصحيحة لسرعة التزامن ، وبالرغم من ذلك فانه بالتصميم الجيد وبتشغيل المحرك كمحرك تأثيرى يمكن أن تصل السرعة الدورانية الى قيمة كافية حينئذ عند تغذية ملفات المجال فان عزم دوران المحرك يصل الى قيمة كافية لجعل المحرك يدور بسرعة التزامن ٠

٣ — بعد ما تصل سرعة المحرك الى أعلى قيمة (التى يمكن الحصول عليها بفعل المحرك التأثيرى) تغذى ملفات المجال من منبع تيار مستمر ٠

٤ — يضبط تيار المجال ليعطى معامل القدرة المطلوب لتشغيل المحرك — فى بعض التطبيقات تستعمل بادئات أوتوماتيكية

لبدء المحركات المتزامنة حيث يبدأ العامل المختص تشغيل المحرك باستخدام مفتاح (بدء ـ ايقاف) وبعد ذلك تتم كل الخطوات المتتابعة بالتحكم الآلى . والشكل (٦٥) يوضح رسم مبسط لطريقة توصيل آلة الاثارة لمحرك متزامن .



شكل (٦٥)

استعمالات المحرك المتزامن

١ ـ استخدام المحرك المتزامن للتحكم في معامل القدرة :

يمكن ضبط معامل القدرة للمحرك المتزامن بضبط تيار المجال وهذه الخاصية تجعل المحرك المتزامن آلة نافعة للتحكم فى معامل القدرة لمجموعة محركات أخرى ففى الوحدات الصناعية التى تحوى مجموعة محركات كهربية يكون معامل القدرة لمجموعة الأحمال (المحركات الكهربية) متأخرة وقيمته منخفضة ومعامل القدرة المنخفض يؤدى الى تشغيل غير اقتصادى بالاضافة الى رداءة التنظيم فى الجهد لهذه المجموعة ، وكما ذكرنا فى خطوات بدء المحرك المتزامن أن ملفات المجال تغذى بلتيار المستمر وأنه يمكننا بزيادة تيار الاثارة عن القيمة اللازمة لانتاج المغناطيسية الكافية لملفات العضو الثابت أن نرفع قيمة معامل القدرة لملفات العضو الثابت حتى يصل الى الوحدة (واحد صحيح) فاذا زاد تيار الاثارة الى قيمة أعلى من ذلك فان التيار المار فى ملفات العضو

الثابت يتقدم على الجهد وهذا التيار المتقدم يمكن استغلاله فى مغنطة مجموعة المحركات الموصلة الى نفس المنبع فى الوحدة الصناعية مما يؤدى فى النهاية الى تحسين عام لمعامل القدرة فى هذه الوحدة — ويتضح مما سبق أن استخدام المحركات المتزامنة ذات اثارة فوق المطلوبة لادارة بعض الأحمال يكون ذو ميزة اقتصادية — وقد وجد أنه فى الوحدات الصناعية التى فيها أحمال ذات معامل قدرة منخفض عند استعمال المحرك المتزامن حتى ولو كان بدون أحمال يكون اقتصاديا وفى هذه الحالة يسمى اللاحرك المتزامن بالمكثف المتزامن ·

٢ — استعمال المحرك المتزامن فى ادارة آلات ضغط الهواء الترددية :

يمكن تصميم المحرك المتزامن للدوران بسرعة منخفضة وبكفاءة عالية وذلك بتوصيله مباشرة لآلة ضغط الهواء الترددية والأحمال من هذا النوع تولد قدرات ذات نبضات عالية وباضافة الحدافة المناسبة يمكن الحد من هذه النبضات الى القيمة المقبولة فى الصناعة ·

٣ — استعمال المحرك المتزامن فى ادارة الحمل عند سرعة ثابتة :

يفضل استخدام المحرك المتزامن فى ادارة كل الأحمال عندما يكون ثبات السرعة مطلوب وذلك لأن كفاءة المحرك المتزامن عالية ·

٤ — استخدام المحرك المتزامن فى تنظيم الجهد فى الشبكات الكهربائية :

عند نهاية الخطوط الطويلة لنقل القدرة الكهربية تتغير الجهود الكهربية بشدة خاصة اذا وجد حمل كبير فاذا رفع هذا الحمل فجأة من الخط يرتفع الجهد الى قيمة أعلى من القيمة العادية فجأة وذلك نتيجة تغير صفة المعاوقة الكهربية للخط مما يؤدى الى خطورة — وعند استعمال المحرك المتزامن المزود بمنظم خاص للجهد فى دائرة مجاله عند نهاية الخط يمكن معادلة التغير فى الجهد — وتأثير منظم الجهد هو : —

(أ) عندما ينخفض جهد الخط نتيجة لوجود الحمل يزيد منظم قوة المجال المغناطيسى للمحرك المتزامن فيزيد معامل القدرة ويحفظ قيمة الجهد عند القيمة العادية •

(ب) عندما يرتفع الجهد نتيجة لرفع الحمل من الخصم فان منظم الجهد يضعف مجال المحرك المتزامن ويسبب انخفاض معامل القدرة وتكون النتيجة ثبوت الجهد عند القيمة العادية •

محركات متزامنة بدون فرش :

هذا النوع من المحركات المتزامنة ليس له أى فرش أو حلقات انزلاق أو عضو توحيد •

ففى النوع الذى درسناه فى الفقرة السابقة عرفنا أن آلة الاثارة للتغذية بالتيار المستمر كانت ضرورية لتغذية ملفات المجال للمحرك ، وهذا كان يتطلب استعمال الفرش وعضو التوحيد فى مولد الاثارة بالاضافة الى فرش وحلقات انزلاق تركب على عامود الدوران للمحرك المتزامن •

فى المحركات التى لا تحوى فرش تستعمل أيضا التغذية بالتيار المستمر ولكن التيار المستمر يستمد من مولد تيار متغير حيث يوجد التيار المتغير الخارج من المولد الى تيار مستمر باستخدام موحد السليكون ذو التيار العالى حيث تسمح موحدات السيليكون للتيار أن يمر فى اتجاه واحد فقط وبذلك يمكن الاستغناء عن الملامسات المنزلقة وتعرف هذه الموحدات بالصمام الثنائى من نوع الترانزستور والشكل (٦٦) يوضح الدائرة المستخدمة وتشغيل مثل هذا المحرك كما يلى :

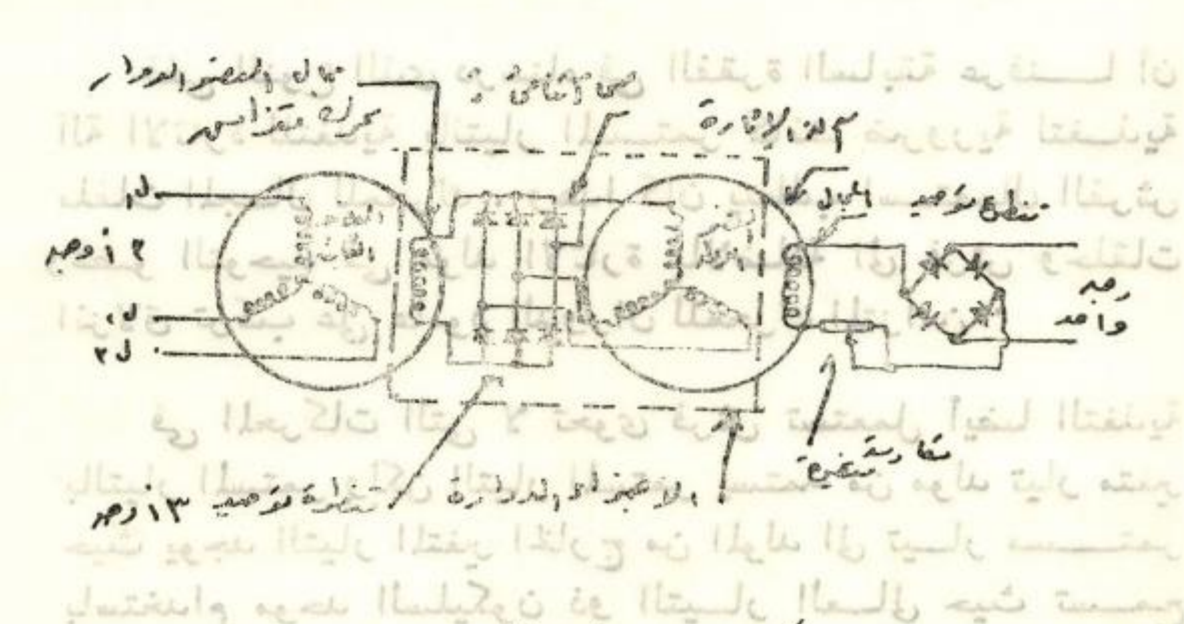
١ ـ تستمد ملفات المجال لمولد الاثارة التيار المستمر خلال موحدات متصلة فى قنطرة رباعية لتولد المجال المغناطيسى •

٢ ـ عندما يدور العضو الدوار تولد الملفات الموجودة فى العضو الدوار لمولد الاثارة تيار متغير ثلاثى الأوجه وذلك نتيجة لقطعها خطوط المجال المغناطيسى •

٣ ـ توصل أطراف الخرج لمولد الاثارة الى قنطرة توحيد ثلاثية الأوجه حيث يتوحد الجهد ثلاثى الأوجه ويغذى العضو الدوار للمحرك المتزامن بالتيار المستمر •

٤ ـ توصل ملفات العضو الثابت للمحرك المتزامن بمنبع تيار متغير ثلاثى أوجه •

يلاحظ أن كل أجزاء الدائرة المبينة فى الشكل فيما عدا ملفات مجال مولد الاثارة والعضو الثابت للمحرك المتزامن تدور جميعها مع عامود دوران المحرك ـ ويصل المحرك المتزامن الى سرعته باستخدام ملفات الاخماد الموجودة فى عضوه الدوار كما سبق شرحها •



شكل (٦٦) محرك متزامن بدون فرش

محركات الساعات المتزامنة :

هناك عدة تطبيقات تستخدم فيها أجهزة للتوقيت حيث يكون لاستخدام المحركات الصغيرة التى لها خاصية السرعة الثابتة تماما ميزة كبيرة ـ والمحركات الصغيرة جدا التى لها مثل هذه الخواص مستعملة على نطاق واسع وتغذى من منبع تيار متغير ذو وجه واحد ونظرا لخاصية ثبوت سرعتها تسمى هذه

المحركات باسم المحركات المتزامنة ذات الوجه الواحد ولا تحتاج هذه المحركات عند تشغيلها لمنبع تيار مستمر لتغذية المجال أى كمنبع للاثارة وأحد التطبيقات الأساسية لهـذه المحركات المتزامنة ذات الوجه الواحد هو ادارة الساعات الكهربية وهناك نوعان أساسيان لهذا المحرك هما :

١ ـ محركات الممانعة المغناطيسية .

٢ ـ محركات التخلفية المغناطيسية .

(هذه الأسماء مرتبطة بالنظرية العلمية التى تبنى عليها نظرية تشغيل كل نوع من المحركات) .

.. وكفاءة هذه المحركات منخفضة كما أن قابليتها لبناء عزم دوران أن تكون منخفضة أيضـا وقدرة الخرج لمعظم المحركات المتداولة هى فقط بضع وحدات وقد وجد أنه يمكن تصـميم محركات التخلفية المغناطيسية حتى ١/٦ حصان تقريبا .

وتبنى نظرية تشغيل محركات الممانعة المغناطيسية على :

أنه اذا تغيرت الممانعة المغناطيســية للفيض المغناطيسى الذى يمر بالثغرة الهوائية نتيجة تغير وضع العضـو الدوار لمحرك تيار متغير قفص سنجابى ذو وجه واحد ينشـأ عن ذلك عزم دوران يدير المحـرك بسرعة التزامن ، وهذا النـوع من المحركات له أقطاب بارزة ولجعل هذا النوع من المحركات ذاتى البدء يشطر الوجه الواحد (أى يكون العضو الثابت ذو ملفين ويزود بمكثف فى الدائرة المساعدة كما فى المحرك ذو الوجه المشطور) . وعندما تصل سرعة المحرك الى قيمة معينة بفعل المحرك التأثيرى تفتح دائرة الملفات المساعدة باستخدام مفتاح طرد مركزى .

أما النوع الثـانى (محركات التخلفية المغناطيسـية) بتركب من أقطاب غير بارزة وتشبه محرك التأثيرى بدون الملف الثانوى وملفات العضـو الثابت (الملف الابتدائى) تشـبه ملفات العضو الثابت للمحرك ذو الوجه المشطور ، أما العضو الدوار فهو عبارة عن قلب اسطوانى ذو سطح أملس يصنع من الصلب المقسى ويعتمد تشغيل هذا المحرك على وجود مجـال مغناطيسى دوار لذلك يحوى العضـو الثـابت ملفين كما فى المحرك ذو الوجه المشطور الا أن هذين الملفين يستمر توصيلهما سواء عند البدء أو التشغيل وبناء عزم دوران فى هذا المحرك يتوقف على نظرية التخلف المغناطيسى .

متاعب محركات الساعات :

أهم متـاعب محركات السـاعات هى الحـاجة الى التزييت وكذلك تآكل كراسى التحميل وغالبا بوضع بضـع نقط من الزيت فى كراسى التحميل يمكن اعادة تشغيل الساعة ، ولكن عند اصلاح الكراسى المتآكلة يمكن تشغيل الساعة ولكن لوقت صـغير فقط وفى حالة تآكل كراسى التحميل كليا يكون من الضرورى اسناد عملية احلال هذه الكراسى المتـآكلة بكراسى أخرى جديدة الى عامل اصلاح ساعات (سـاعاتى) وفى حالة احتراق الملفـات أو وجود فتح فيها يجب اسـتبدالها بأخرى جديدة الا أن عملية اعادة اللف تكون صعبة ومكلفة وتحتـاج لدقة عالية .

المولدات المتزامنـة :

يتطلب تشغيل المولد المتزامن وجود منبع منفصل للتيار المستمر لتغذية ملفات المجال الخاصة بالمولد المتزامن والموجودة فى العضو الدوار ـ ومنبع التيار المستمر هذا يسـمى بآلة التنبيه أو الاثارة ، كما يطلق على المولدات المتزامنة اسـم المرددات .

بدء حركة المولد المتزامن :

يتم بدء حركة المولد المتزامن ثلاثى الأوجه حسب خطوات التشغيل الآتية :

١ ــ يدار المولد أولا بدون حمل ثم تزاد السرعة حتى تصل الى القيمة المقررة ٠

٢ ــ تغذى ملفات المجال ثم يزاد جهد المولد الى القيمة المقررة وذلك باستخدام مقاومة متغيرة فى دائرة الاثارة ٠

٣ ــ توصيل أطراف ملفات عضو الاستنتاج الى الخط ٠

٤ ــ عندما يتم تحميل المولد ينخفض الجهد بين أطرافه وذلك نتيجة انخفاض الجهد فى ملفات عضو الاستنتاج ، ويمكن ضبط الجهد بواسطة مقاومة متغيرة تزود بها دائرة الاثارة ولكى نزيد الجهد بين اطراف المولد يكون من الضرورى اخراج جزء من مقاومة الريوستات خارج دائرة الاثارة فينتج عن ذلك زيادة التيار فى ملفات المجال وفى النهاية نحصل على زيادة فى الجهد بين أطراف عضو الاستنتاج ويلاحظ أن تغيير جهد الاثارة يؤدى الى تغير الجهد المتولد ولكنه لا يؤثر مطلقا على قيمة التردد ٠

طريقة ايقاف المولد المتزامن :

١ ــ يخفض الجهد على الأطراف باستخدام نفس المقاومة المتغيرة الموصلة فى دائرة الاثارة ٠

٢ ــ يفصل المولد كهربيا عن الخط ٠

٣ ــ يوقف المولد ٠

توصيل مولدان (مرددان) على التوازى :

فى المحطات الكهربية ذات القدرة الانتــاجية الـكبيرة تستخدم عادة عدة مولدات تعمل على التوازى معا فعندما تتصل المحطة بشبكة الأحمال الكهربيــة يكون لتشــغيل المولدات على التوازى بعض المميزات منها :

(أ) خفض تكاليف التشغيل ٠

(ب) يكون كل من التردد والجهد الخارجى أكثر ثباتا عند تغير الحمل ٠

(ج) ضمان تدفق قدرة المنبع ٠

(د) عندما يحدث خطأ أو عطــل فى أحد المولدات يمكن فى هذه الحالة تحويل الحمل الخاص به الى المولدات الأخرى المتصلة معه على التوازى ٠

ويحدد عدد المولدات التى يتم تشغيلها آليا على حســب حمل المحطة ٠

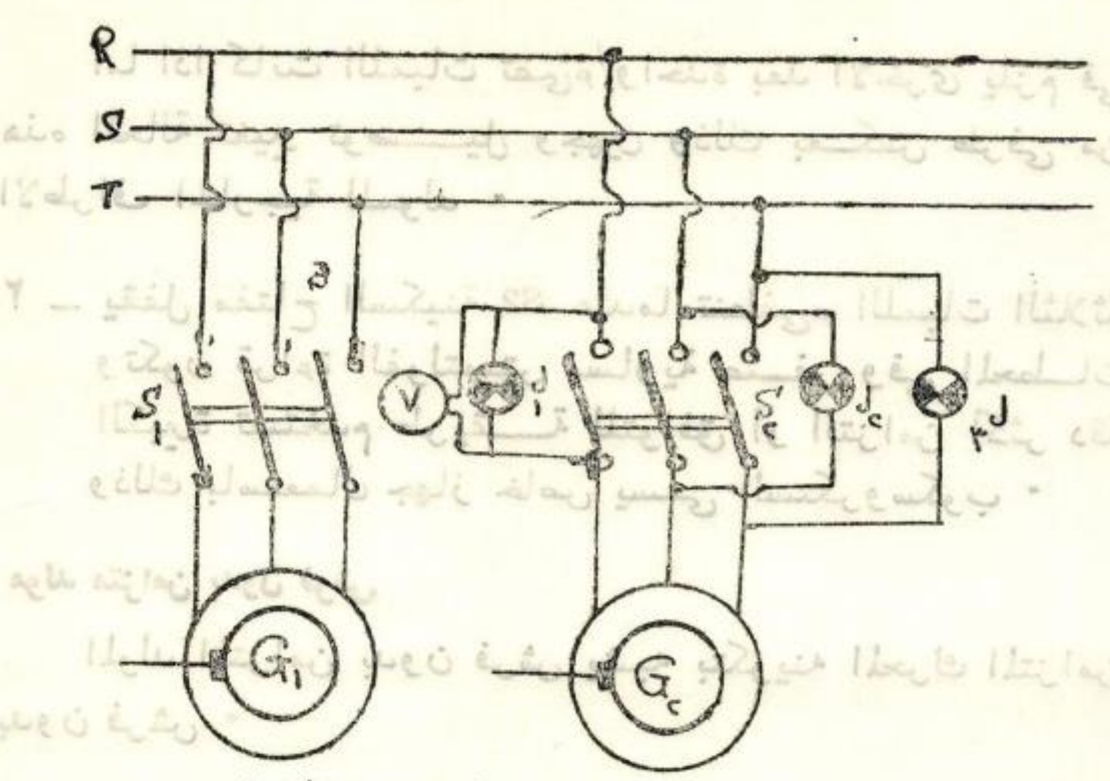
عندما يتم تشغيل مولدان أو أكثر على التوازى بمعنى أن تتصل أطرافها المتناظرة مع نفس قضبان التوصيل يلزم توفر الشروط الآتية :

١ ــ أن يكون الجهد الخارجى للمولدات مساويا جهــد الوجه للخط ٠

٢ ــ لظروف التشغيل المثالية يجب تقســيم الحمل العادى بين المولدات بنسب مباشرة مع القدرة المقررة لكل مولد ٠

٣ ــ يجب أن يكون كــل من معــامل القــدرة والتردد لكــل المولدات متساوية ٠

والشـكل (٦٧) يبين طريقة توصـيل مرددان على التوازى •



شكل (٦٧)

•• اذا فرضنا أن المولد G1 كان يعمل بالفعل ويغذى الخط بينما المولد G2 يلزم توصيله على **التوازى مع المولد** G1 **بمعنى أنه يراد ضبط التوافق أو التزامن** للمولد G2 لهذا الغرض نستخدم لمبات ثلاث (ل١ ـ ل٢ ـ ل٣) مع جهاز فولتا ميتر يوصل على المفتاح الذى يصل المولد G2 مع الخط

١ ـ يدار المولد G2 ثم نزيد سرعته وجهد الاثارة حتى يصل كل من السرعة والجهد المتولد الى القيمة المقررة وذلك مع الاحتفاظ بمفتاح السكينة S2 مفتوح وفى هذه اللحظة يكون الجهد على أطراف اللمبات مسـاويا الفرق فى الجهد بين جهد الخط وجهد المولد ونتيجة لاختلاف تردد جهد الخط وجهد المولد فان اللمبات تطفىء وتضىء (تحـدث بهـا ومضات) واذا كانت اللمبات تطفىء ثم تضىء كلها فى

نفس اللحظة يعنى ذلك أن تتـــابع الأطوار (الأوجه) للمولد يطابق تتـــابع الاوجه أو الاطوار للخط .

أما اذا كانت اللمبات تضىء واحدة بعد الاخرى يلزم فى هذه الحالة تغيير توصـــيل وجهين وذلك بعـكس طرفى من الاطراف الخارجية للمولد .

٢ ـ يقفل مفتاح السكينة S2 عندما تنطفىء اللمبات الثلاثة وتكون قراءة الفولتميتر مساوية صــفر وفى المحطـات الكبيرة تستخدم طريقـــة للتوافق أو التزامن أكثر دقة وذلك باستعمال جهاز خاص يسمى السنكروسكوب .

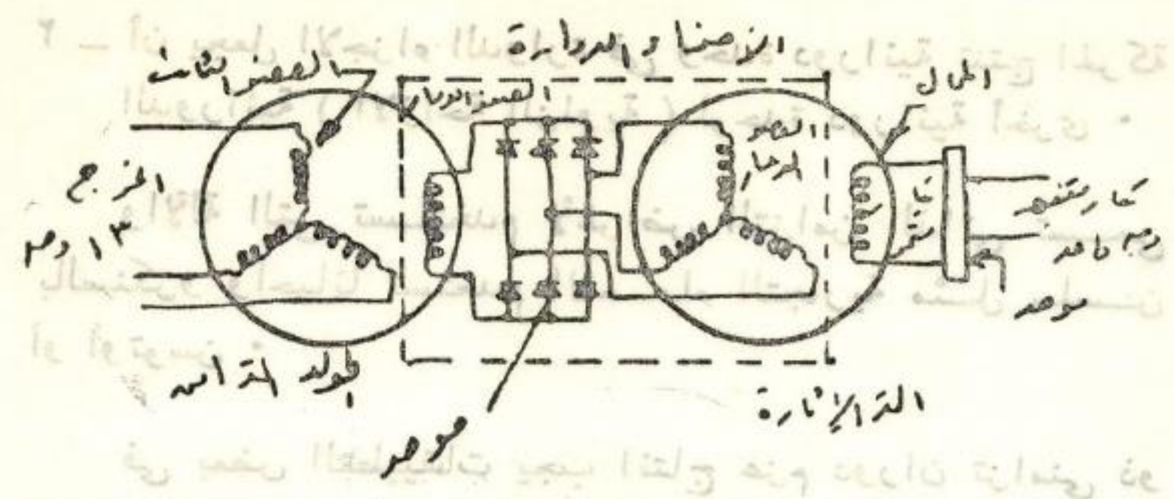
مولد متزامن بدون فرش

المولد المتزامن بدون فرش يشبه بتكوينه المحرك المتزامن بدون فرش .

والاجزاء الدوارة المستخدمة فى تغذية ملفات مجـــال المولد بالتيار المستمر هى فى الحقيقة العضو الدوار لمولـــد الاثارة ومجموعة موحـد التيـار من نـوع الترانزســتور بالاضافة الى ملفات المجال الموجودة حول الاقطاب على العضـو الدوار للمولد ـ وليس هناك حاجة لحلقات الانزلاق أو الفرش أو عضو التوحيد لأن كل الاجزاء السابق ذكرها تدور مـــع عمود دوران المولد وتوصـل ملفات المجـال السـاكنة بآلة التنبيه الى منبع تيار متغير خلال مجموعة موحدات والشـكل (٦٨) يبين رسم توصيلات لهذا النوع من المولدات .

والتشغيل يكون كالتالى :

١ ـ يحول تيار آلة التغذية ثلاثى الاوجه الى تيار مســتمر بواسطة موحدات ترانزستور (صمام ثنائى) مركبة فى قنطرة توحيـد .



شكل (٦٨)

٢ ـ يدفع التيار الموحد الى ملفات مجـــال المولد الموجودة فى العضو الدوار للمولد .

٣ ـ عندما يدور العضو الدوار تقطع خطوط المجال المغناطيسى بملفات العضـــو الثابت وينتج عن ذلك توليد تيـــار فى هذه الملفات ـ وبالاضافة الى الموحدات يوجد منظم للجهد وكذلك أجزاء حساسـة للجهد لمعـادلته أثنـاء تشـغيل للمولدات على التوازى .

يجب أن نتذكر أن آلة ادارة المولد سواء محرك أو آلـــة ديزل أو غيرها يجب أن تســـتخدم لتعطى المولـــد الحركة (القدرة الميكانيكية) .

السينكروات

(الآلة ذاتيـة التزامن)

هى الآلة التى اذا تم تغذية مجالها كهربيا وتوصيلها كهربيا تنتج عزم دوران ـ وعزم دوران هذا يميل الى :

١ ـ أن يسبب ادارة عامودين دوران منفصلين وبحيث يكون دورانهما بتوافق وتزامن مضبوط .

٢ — أن يجعل الاجزاء الدوارة فى وحدة دورانية تنتج الحركة الدورانية (الازاحة الزاوية) لوحدة دورانية أخرى .

والآلة التى تستخدم لأغراض التزامن الذاتى تسمى بالسنكرو وأحيانا تستخدم الاسماء التجارية مثل سلسن أو أوتوسن .

فى بعض التطبيقات يجب انتاج عزم دوران تزامنى ذو قيمة معقولة وفى هذه الحالة تسمى الآلة بالسينكرووات ومع ذلك ففى الغالبية العظمى من التطبيقات يطلب انتاج عزم دوران تزامنى ذو قيمة صغيرة فقط ويستخدم هذا النوع من السينكرو للاشارة من بعد للأوضاع الزاوية لهدف معين وكذلك لأغراض التحكم من بعد .

وهذه الأنواع الصغيرة نسبيا من السينكرو تستخدم فى :

١ — مجموعة الاجهزة والمؤشرات ويسمى بالسينكرو الوضعى

٢ — مجموعة التحكم ليشير أو يبين اعوجاج عامود دوران بدلالة خطأ فى الجهد ينتج فيما يسمى بالسينكرو المحول .

فى السينكرووات يستنتج التزامن الذاتى من محرك تأثيرى عادى ذو عضو دوار ملفوف أى أن السينكرووات هو محرك تأثيرى بسيط ذو عضو دوار ملفوف .

ولعمل أو تكوين مجموعة سينكرو وات يستخدم محركين تأثيريين من نوع العضو الدوار الملفوف .

فى مجموعة السينكرووات يستنتج فعل التزامن الذاتى باستعمال محركات تأثيرية عادية ثلاثية الأوجه من نوع العضو الدوار الملفوف .

والسينكرو وات الصغيرة المستخدمة فى تطبيقات ضبط

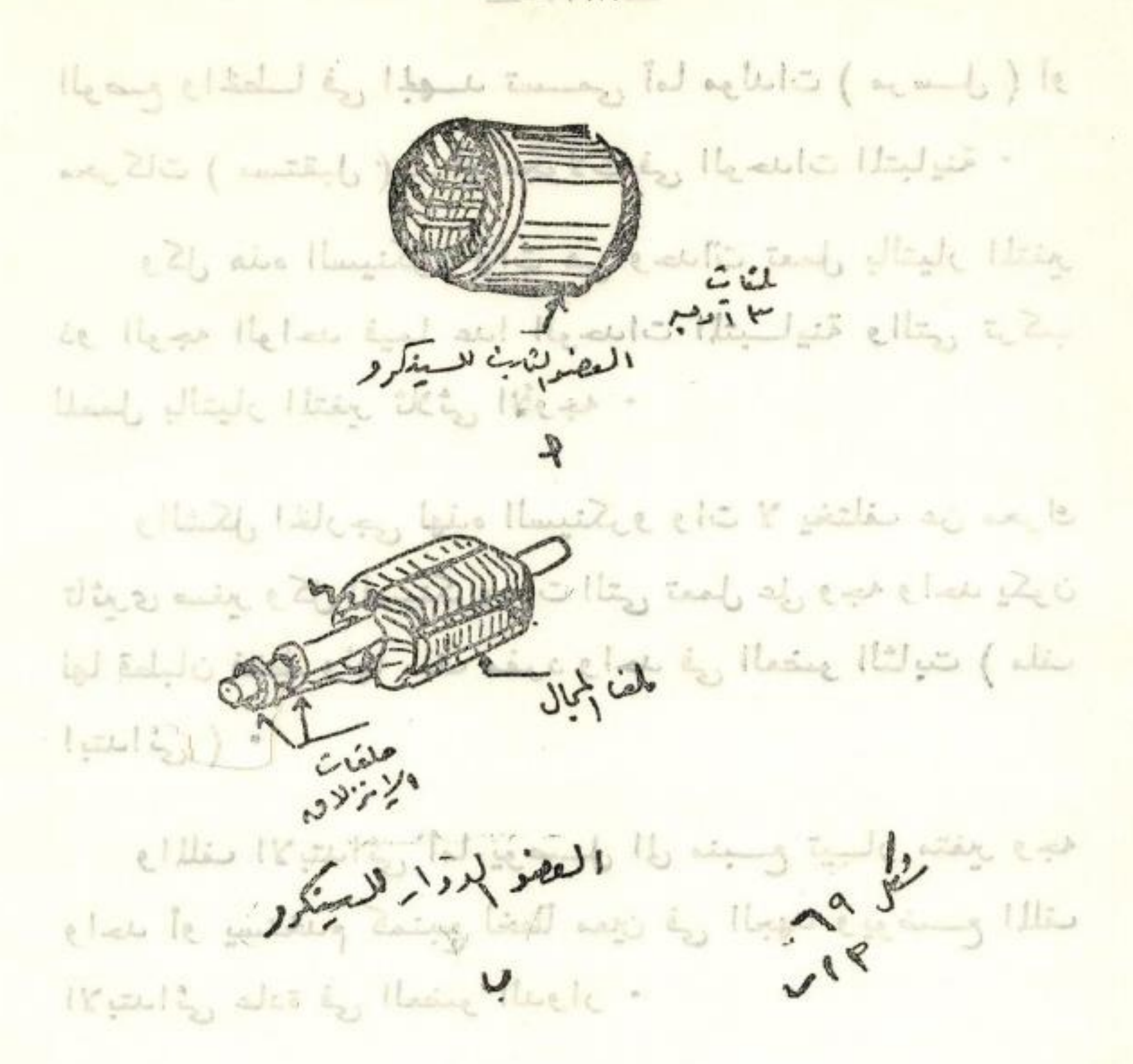
الوضع والخطأ فى الجهد تسمى أما مولدات (مرسل) أو محركات (مستقبل) — أو محولات فى الوحدات المتباينة .

وكل هذه السينكرو وات هى وحدات تعمل بالتيار المتغير ذو الوجه الواحد فيما عدا الوحدات المتباينة والتى تركب للعمل بالتيار المتغير ثلاثى الأوجه .

والشكل الخارجى لهذه السينكرو وات لا يختلف عن محرك تأثيرى صغير وكل السينكرووات التى تعمل على وجه واحد يكون لها قطبان فقط ولها ملف مفرد واحد فى العضو الثابت (ملف ابتدائى) .

والملف الابتدائى أما يوصل الى منبع تيار متغير وجه واحد أو يستخدم كمنبع لخطأ معين فى الجهد ويوضع الملف الابتدائى عادة فى العضو الدوار .

والسينكرو (مولد أو محرك) يركب ملفه الابتدائى على أقطاب بارزة أما السينكرو (المحول) ليس فيه أقطاب بارزة — أما الملف الثانوى فى كل الانواع فيوجد فى العضو الثابت ويتكون من ثلاث ملفات موضوعة فى المجارى بحيث تنحرف عن بعضها زاوية ١٢٠° كهربية — وتتصل مع بعضها توصيلة نجمة بثلاث نهايات خارجية لذلك فان المظهر الخارجى للعضو الثابت وكذلك تركيبه يكون مطابق للعضو الثابت فى المحرك التأثيرى ثلاثى الأوجه أى أنها بأقطاب غير بارزة والشكل (٦٩) أ ، ب يبين الشكل الخارجي والعضو الدوار للسينكرو .



تشغيل السينكرو :

يمكن اعتبار السينكرو كمحول ٠

تغذى ملفات المجال فى العضـــــو الدوار من منبع تيـــار متغير ذو وجه واحد وتعتبر كالملف الابتدائى للمحول ٠

الملفات الثلاثية الأوجه الموجودة فى العضو الثابت تعمل كملفات ثانوية ــ ونظرا لوجود ثلاث ملفات ثانوية فانه يتولد فى الأوجه الثلاثة جهـــود ثلاثة متغيرة ، وهذه الجهــود الثلاثة تختلف باختلاف وضع العضو الدوار بالنسبة للعضو الثابت ٠

اذا أدرنا العضو الدوار ببطىء بواسطة اليد تتولد جهود مختلفة فى ملفات الاوجه الثلاثة بفعل التأثير المتبادل كالمحول ٠

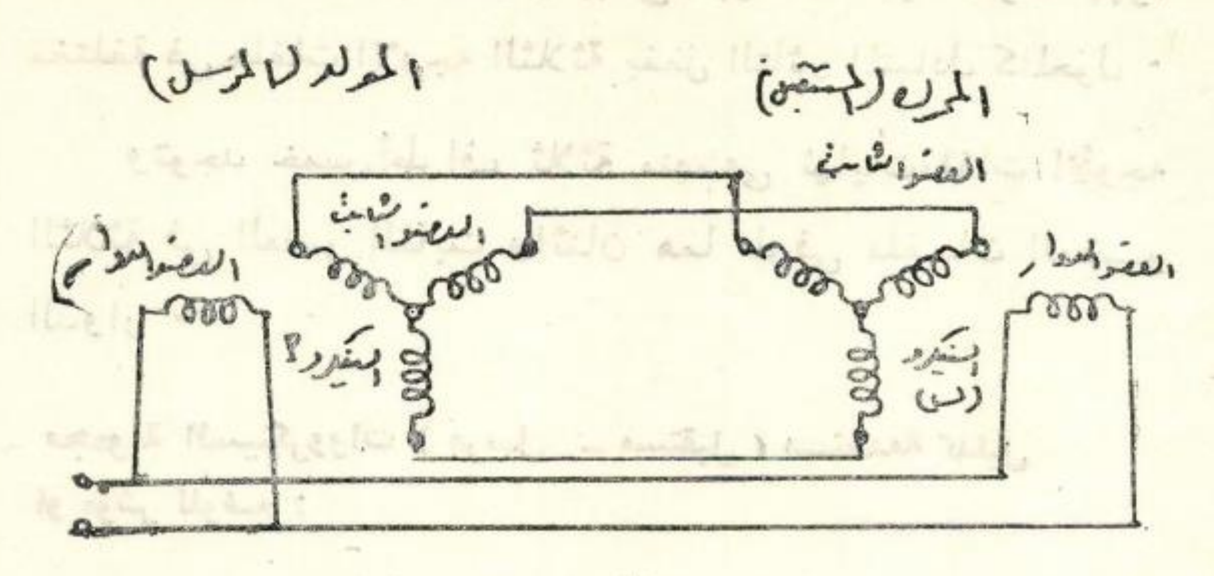
وتوجد خمس أطراف ثلاثة منهم هى نهايات ملفات الأوجه الثلاثة فى العضو الثابت واثنان هما طرفى ملفات العضو الدوار ٠

مجموعة السينكروات (مرسل - مستقبل) مستخدمة كدليل أو مؤشر للوضع :

تستخدم هذه المجموعة لنقل معلومات أو بيانات خاصة للحركة الزاوية لعامود دوران الى مكان بعيد عن العامود بدون استخدام أى توصيلات ميكانيكية بين العامود وهذا المكان البعيد ٠

وتتكون المجموعة من عدد ٢ سينكرو وات متماثلين تماما كل منهما ذو وجه واحد أحدهما يعمل كمولد (مرسل) أما الثانى فيعمل كمحرك (مستقبل) ٠

يوصل العضو الدوار ذو الوجه الواحد للمرسل الى العامود المراد تتبع حركته الزاوية وارسالها الى مكان التحكم البعيد - بينما يوصل العضو الدوار للمستقبل الى مؤشر يحدد الوضع - وتوصيل المجموعة كهربيا مبين بالشكل (٧٠) - تمر التيارات خلال الملفات الابتدائية ذات الوجه الواحد وتنتج فيض مغناطيسى فى قلوب السينكرو على التتابع (المرسل والمستقبل) وبالتالى يستنتج جهد فى الملفات الثلاثية الأوجه لكل من المرسل والمستقبل وقيمة هذه الجهود المتولدة تتوقف على الوضع النسبى لكل ملف ثانوى (ثلاثى الأوجه) بالنسبة لموضع الملف الابتدائى ذو الوجه الواحد الخاص به ٠



توصيل مجموعة سنكرو مرسل ومستقبل

شكل (٧٠)

وعندما يكون الوضع الزاوى لملف الوجه الواحد بالنسبة للملفات الثانوية ثلاثية الاوجه لـكل من المرسـل والمسـتقبل متماثلين فى هذه الحالة يتسـاوى الجزء المسـتنتج (بالملفـات الثانوية للعضوين الثابتين) .. فى القيمة ولكنهما فى اتجاهين متضـــادين فى الدائرة المغلقة المتـكونة بين مجموعة الملفين الثانويين ـ لذلك فان محصلة الجهد فى هذه الدائرة تسـاوى صفر وبالتالى لا يوجد تيار فى الملفين الثانويين ـ وبدن تيارين ثانويين لا يمكن انتـاج عزم دوران فى كلا الآلتين (المرسـل والمستقبل) وتكون المجموعة متزنة .

اذا تحرك العضو الدوار للمرسـل (المولد) من وضـع الاتزان السـابق فان الجهود المتولدة فى الملفـات الثـانوية المتناظرة فى كلا الآلتين تكون متساوية فى القيمة ومتضادة فى الاتجاه بالنسبة لبعضها البعض ، وفى هذه الحـالة سيكون للجهود المحصلة فى الدوائر الثلاث المتقاطعة للملفات الثانوية قيمة وبالتالى يكون للتيارات الثانوية قيمة أيضا ، وتعمل هذه التيارات بالترافق أو الاقتران مع الفيض المغناطيسى فى كلا

الآلتين الى انتاج عزم دوران في كل منهما على حدة ، وعزم الدوران المنتج فى المرسل يؤثر فى الاتجاه الذى يعمل على حفظ المرسل فى وضع الاتزان الاصلى له أما عزم الدوران المنتج فى المستقبل يميل ان يدير عامود الدوران للمستقبل فى نفس اتجاه الدوران الذى أدير فيه عامود المرسل .

اذا حفظ المرسل فى الوضع الذى تحرك اليه بينما ترك المستقبل يدور حرا فان المستقبل سوف يميل للدوران حتى يتحرك عامود دورانه نفس الزاوية التى تحرك بها عامود المرسل وفى نفس الاتجاه أيضا واذا وصل لهذا الوضع فان وضع التوازن يعود مرة ثانية ولا تتواجد تيارات ثانوية أو عزوم دوران .

وهكذا يميل العضو الدوار للمستقبل أن يتبع الوضع الزاوى للعضو الدوار للمرسل ، وفى الحقيقة فانه يتبع الوضع الزاوى للمرسل اذا تولد عزم دوران كافى بواسطة المستقبل ، واذا وصل العضو الدوار للمستقبل بمؤشر بحيث يثبت هذا المؤشر على تدريب به علامات مطابقة بالتناسق مع وضع عامود المرسل فأن المؤشر فى هذه الحالة سيبين وضع عامود المرسل على التدريج مباشرة لذلك فان مجموعة السينكرووات هذه تمدنا بوسيلة للاشارة (عند أى مكان بعيد) لتحديد الانحراف الزاوى لعامود سينكرو المرسل أو عامود أى آلة أخرى تكون موصلة معه ميكانيكيا .

تنظيم التشغيل الكترونيا

من الممكن التحكم فى المحركات ليس فقط بالوسائل الكهروميكانيكية أو الوسائل الكهرومغناطيسية ولكن أيضا بواسطة الصمامات المفرغة أو الصمامات الممتلئة بالغازات ــ وبعض المعدات الالكترونية تصنع لتشغيل المتممات التى بدورها تتحكم فى المحرك والبعض الآخر يؤثر على قيمة واتجاه التيار المار فى دائرة المحرك وهكذا يؤثر على عمل المحرك نفسه وكلا النوعين يمكن أن يوجد في معدة تحكم واحدة .

الباب الخامس

المحرك العام

المحرك العام هو الاسم الذى يطلق على محركات التوالى الصغيرة التى تصمم بحيث يمكنها التشغيل أما على منبع تيار مستمر أو منبع تيار متغير لهما نفس قيمة الجهد ·

وهذا النوع من المحركات ذو قدرة كسرية تتراوح بين $\frac{١}{١٠٠}$ الى $\frac{١}{٢}$ حصان ولا يختلف فى تركيبه عن محرك التيار المستمر التوالى ولكن بتعديل يلائم تشغيله على التيار المتغير وذلك بصنع قلب المجال للأقطاب بالكامل من الرقائق الحديدية وأقل سرعة يمكن أن يدوربها المحرك بأمان هى ٢٠٠٠ لفة / دقيقة ـ واذا طلب أن يكون أداء المحرك فى التيار المستمر والتيار المتغير متشابهان عندما يدور المحرك بسرعة أقل من ٣٠٠٠ لفة / دقيقة فانه من الأفضل استخدام ملفات مجال ذات نقط تقسيم ـ ومعظم أنواع المحركات العامة تحتوى على عدد ٢ قطب فقط ·

ويستخدم المحرك العام فى ادارة الأجهزة المنزلية الكهربية مثل المكانس الكهربية والخلاطات وماكينات الخياطة والمثاقيب المتحركة (الشنيور) ·

وحيث أن المحرك العام هو محرك توالى أى أن له خواص محرك التوالى من حيث عزم دوران البدء العالى وامكانية تغيير سرعته ولكنه كمحرك توالى يحظر استخدامه بدون حمل حيث تكون سرعته في هذه الحالة عالية جدا ـ حيث أن الفرش

تتآكل بسرعة فأن المحرك العـام يجب ألا يعمـل لفترات زمنية طويلة ٠

تكوين المحرك العام :

يتركب المحرك العام من الأجزاء الآتية :

١ ـ الاطار ويصنع من الزهر أو الصلب ٠

٢ ـ أقطاب المجال وتصنع من الرقائق المضغوطة مع بعضـها وتثبت ببرشـام ، وقلوب الأقطـاب تثبت مع الاطار بمسـامير قلاووظ ، ويوجد حول كل قطب ملف واحد فقط ٠

٣ ـ عضو الاستنتاج ويشبه عضـو الاستنتاج لمحرك تيـار مستمر صغير ٠

ويتكون قلب عضو الاستنتاج من رقائق على شكل اسطوانى بها مجارى أما مستقيمة أو مائلة ويركب القلب على عامود الدوران ٠

٤ ـ عضو التوحيد يركب أيضـا على نفس عامود الدوران ويشكل على شكل اسطوانى به قضبان نحاسية متماثلة فى مقاساتها وبينها مادة عازلة هى الميكا وتتصـل الأطراف المرنة للملفات الاستنتاج مع القضبان النحاسية باللحام ٠

٥ ـ فرش مصنوعة من النحاس والكربون ومثبتـة فى ماسـك للفرش بواسطة ياى ٠

٦ ـ الغطاءان الجانبيان ويثبتا فى الاطار بواسطة مسـامير ويوجد بالغطاءان الجانبيان جلب أو كراسى بلى حيث يدور عامود الدوران ٠

نظرية تشغيل المحرك العام :

تبنى نظرية تشغيل المحرك العام على : أنه اذا وصلت كل من ملفات عضو الاستنتاج وملفات المجال على التوالى ووصلا

مع منبع تيار متغير أو مستمر) فانه تتكون خطوط للمجال المغناطيسى في الثغرة الهوائية وهذه الخطوط المغناطيسية تقطعها ملفات الاستنتاج فينتج عن ذلك توليد عزم دوران فيدور المحرك •

اعادة لف ملفات المجال :

كما في محرك تيار المستمر (التوالى) حيث تحتوى ملفات مجال التوالى على عدد صغير من اللفات ذات مساحة المقطع الكبيرة ففى المحرك العام يحتوى كل ملف من ملفات المجال على بضع مئات من اللفات ذات المقطع الكبير (هذا العدد يعتبر صغير اذا ما قورن بعدد لفات مجال التوازى التى تحتوى على عدة آلاف من اللفات) •

وتتبع الخطوات الآتية عند عمل ملفات جديدة للمجال :

١ ـ تنزع الملفات القديمة من القلب وذلك أما بفك مسامير التثبيت التى تخترق قلب القطب اذا وجدت أو بفك الماسك المصنوع من شريحة حديدية والذى يمتد من أحد جوانب الملف الى الجانب الآخر حول القطب •

٢ ـ يزال الشريط العازل من على الملف ثم يقاس السلك وتعد اللفات فى كل ملف وتسجل هذه البيانات فى اللوحة الخاصة ـ يحضر سلك جديد له نفس المقاسات وبنفس نوع العازل أى بنفس المواصفات •

٣ ـ يفرد الملف (يبسط) بحيث يأخذ شكل المستطيل ويزال كل الشريط العازل المغطى للملف وتؤخذ مقاسات الملف لتصنيع الفورمة اللازمة لعملية اللف ويجب أن تكون المقاسات الداخلية مضبوطة حتى لا ينتج ملف صغير يصعب ادخاله فى القلب المغناطيسى أو ملف كبير يأخذ حيزا أكبر مما يؤدى الى صعوبة فى تجميع أجزاء المحرك •

٤ ـ تصنع الفورمة الخشبية بمقاسات مضبوطة ثم نثبت الفورمة على مخرطة أو عامود ماكينة لف ونعمل الملف الجديد بنفس مواصفات الملف القديم مع مراعاة ربط الملف قبل خلعه من الفورمة .

٥ ـ نلحم الأطراف المرنة فى نهاية وبداية كل ملف ويراعى ربط الطرفين مع الملف حتى لا يجذبا بطريق الخطأ .

٦ ـ يلف الملف بطبقة واحدة من شريط استرلنج عازل ثم طبقة واحدة بشريط القطن مع مراعاة أن تكون لفات كل طبقة متداخلة أى يلف الشريط بطريقة مورروبة .

٧ ـ يشكل الملف حتى يصبح كشكل الملف الاصلى ثم يورنش الملف ويترك ليجف فى فرن .

٨ ـ يوضع الملف فى مكانه على قلب القطب المغناطيسى ويثبت .

يجب أن نحذر أن تمس أركان الملف القلب المغناطيسى حتى لا تقطع الاسلاك أو تلامس جسم القطب فيتسبب تماس أرضى ـ ويكون من الافضل أن تعزل الاركان جيدا لتقليل مثل هذا الاحتمال ، كما لا يجب جذب الاطراف المرنة عند وضع الملف فى مكانه حتى لا تقطع أو تصبح مفككة .

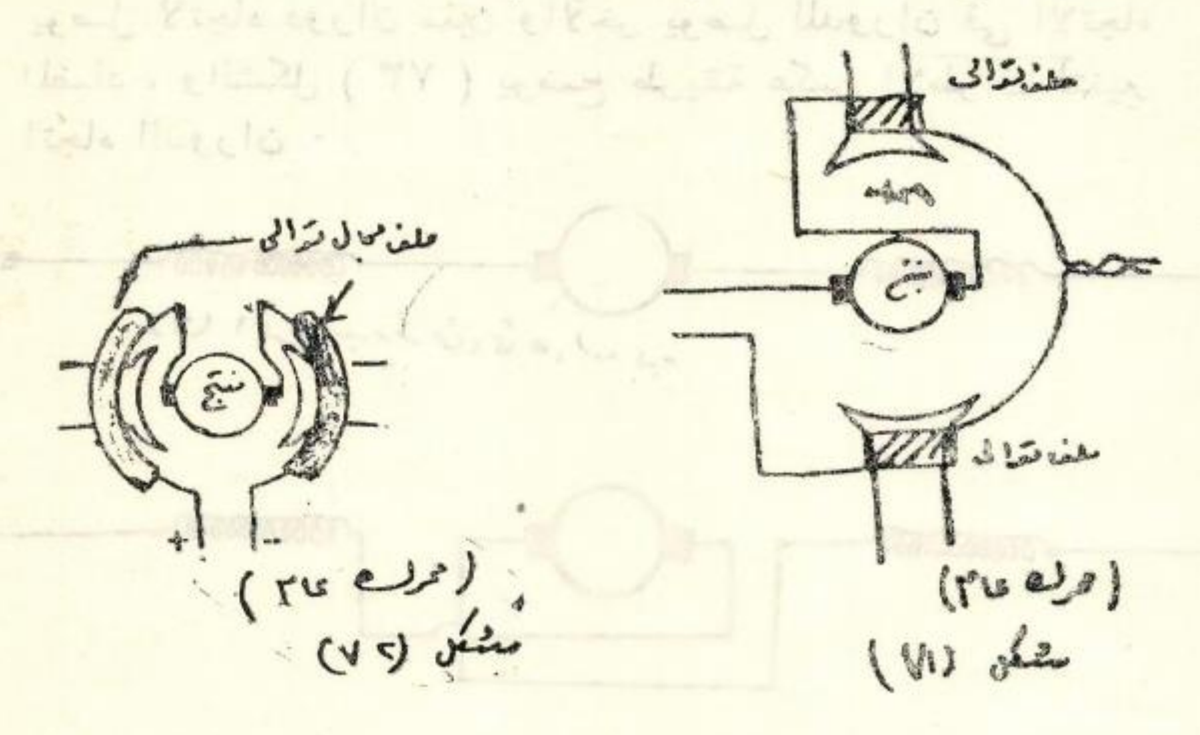
توصيل ملفات المجال والمنتج :

تتصل ملفات المجال مع ملفات عضو الاستنتاج فى المحركات العامة بحيث تكون قطبية القطبين مختلفة أى أحدهما شمالى والآخر جنوبى ويمكن اختبار قطبية الاقطاب كما سبق شرحه فى الباب الاول وذلك أما بطريقة البوصلة أو بطريقة قضيب الحديد .

وطريقة التوصيل هى :

١ ـ يوصل ملف القطب الأول مع ملف القطب الثانى معا على التوالى بدون النظر الى القطبية .

٢ ـ توصيل الاقطاب الى ملفات الاستنتاج على التوالى كما فى الشكل (٧١) أو يتم توصيل ملفات الاستنتاج بين ملفى القطبين على التوالى كما فى الشكل (٧٢) .



(محرك عام) شكل (٧١)

(محرك عام) شكل (٧٢)

كيفية بدء حركة محرك عام :

يتم ذلك بواسطة التوصيل المباشر بين المحرك والخط حيث يتكون عزم دوران ابتدائى يساوى تقريبا خمسة أمثال عزم الدوران عند تيار الحمل الكامل معتمدا فى ذلك على حجم وسرعة دوران المحرك .

عكس اتجاه دوران محرك عام :

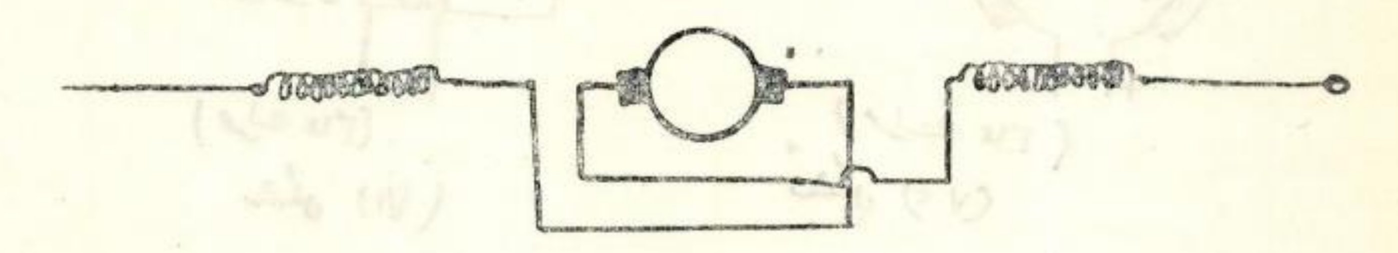
يتم التنظيم فى السرعة وعكس اتجاه الدوران كما فى محركات التيار المستمر وذلك أما بعكس اتجاه التيار المار فى المنتج أو بعكس اتجاه التيار المار فى ملفات المجال .

والطريقة المتبعــة هى تغيير الاطراف المرنة على ماســك الفرش ــ وفى بعض المحركات الخاصة والتى تصمم للدوران فى اتجاه واحد فقط حيث لا يمكن تحريك الفرش وبالتالى لايمكن عكس اتجاه الدوران بتغيير توصيل الاطراف لماسك الفرش ــ ولكن يمكن ذلك (عكس الاتجاه) باعادة وضــع الاطراف فى عضو التوحيد ·

وفى بعض المحركات يوجــد على كل قطب ملفين كل ملف يوصل لاتجاه دوران معين والآخر يوصل للدوران فى الاتجاه المضاد ، والشكل (٧٣) يوضح طريقة عكس الاطراف لتغيير اتجاه الدوران ·



(أ) المحرك يدور فى اتجاه عقرب الساعة



(ب) المحرك يدور فى عكس اتجاه عقرب الساعة

اعــادة لف المنتج

عند اعادة لف عضــو الاســتنتاج لمحرك عــام تتبع نفس الطريقة كما فى محركات التيار المستمر الصغير وكالعادة فان أول خطوة فى اعادة اللف هى أخذ المعلومات الصحيحة الخاصة بالملف القديم وذلك لمساعدة العامل القائم باللف فى اتمــام عملية اعادة لف عضو استنتاج بعدد اللفات الصحيحة وكذلك خطوة اللف وترحيل الاطراف والمقاس الصحيح لسلك اللف ــ وهناك بعض المعلومات عن لف المحركات العامة ذات القطبين

هى أن ملفات عضو الاستنتاج لهذا المحرك تلف بطريقة اللف الانطباقى البسيط أى بداية ونهاية كل ملف توصلا بقضيبين متجاورين من الموحد وعضو الاستنتاج فى معظم المحركات العامة يلف بطريقة الخية ·

فاذا كانت كل مجرى تحتوى على ملفين فان عدد قضبان التوحيد = ٢ × عدد المجارى ·

وكما سبق ذكره فى الباب الأول فان كل مجرى فى هذه الحالة تحتوى على خيتين تلحمان بقضيبى توحيد متجاورين ·

وتتبع الخطوات الآتية لاعادة اللف :

١ ــ نسجل البيانات المأخوذة فى لوحة المعلومات الخاصة (عدد المجارى ــ عدد قضبان التوحيد)

٢ ــ نرفع كل الخوابير الموجودة فى المجارى ·

٣ ــ نمد خيط أو دوبارة على محور أحد المجارى حتى يقابل طرفها عضو التوحيد ونحدد الجزء المقابل للدوبارة من عضو التوحيد ــ هل هو شرائح الميكا أو قضيب نحاس ثم نحسب الترحيل فى الاطراف ويستحسن أن يسجل ترحيل الاطراف بطريقة الرسم لتحدد اللف يمينى أو يسارى وعدد القضبان التى يجب ترحيل الاطراف اليها·

ويلاحظ أنه اذا كان المحرك مصمم للدوران فى اتجاه عقارب الساعة فأن طرفى الملف يوضعان على بعد قضيبين أو ثلاثة الى اليمين (عند النظر من جهة الموحد) ــ أما اذا كان الدوران فى عكس اتجاه عقارب الساعة فان طرفى الملف يوضعان بمقدار الترحيل ولكن جهة اليسار ·

وللدوران فى كلا الاتجاهين يجب توصيل الطرفين فى منتصف المسافة بين وضعى الدوران فى اتجاه عقارب الساعة وعكسه ·

ويتم تحديد مكان الترحيل بأن نحل عدة ملفات بعناية
ونضع علامة على الموحد لتحديد مكان بداية ونهاية ملفين
متجاورين ـ واذا كان اللف بالخية نسجل ما اذا كانت هذه الخية
خاصة بالملف الأول أو الثانى فى المجرى ـ ونلاحظ أن نترك
أطراف الملفات موصلة مع القضبان عند اخراج الملفات من
المجارى ثم يحل كل طرف من الموحد عند رفع ملفه من
المجارى ٠

ويجب أن نتذكر أن تسجيل الترحيل فى الاطراف يعتبر
من المعلومات الهامة التى يجب أن تراعى الدقة فيها وذلك
لتفادى حدوث شرارة عند دوران المحرك ٠

٤ ـ نحسب خطوة اللف (عرض الملف) وذلك بحصر عدد
المجارى بين جانبى الملف الواحد ونسجلها وفى العادة
كما عرفنا فى الباب الأول عرض الملف يساوى عدد
المجارى مقسوم على عدد الاقطاب وفى المحرك العام خاصة

$$\text{عرض الملف} = \frac{\text{عدد المجارى}}{٢}$$

ونظرا لوجود طبقة سميكة من الورنيش على المنتج فان
حل الملفات يكون صعب ولذلك تقطع الملفات العلوية من أحد
الجوانب وتنزع من الجانب الآخر حتى نصل الى ملف يمكن
حله بالحصول ٠٠ على المعلومات الضرورية وبعد ذلك يمكن
قطع بقية الملفات وسحبها من المجارى ٠

٥ ـ نسجل عدد اللفات لكل ملف كما يجب أن نقيس مقطع
السلك بواسطة ميكرومتر ٠

استخدم الجرولر لتحديد الترحيل فى الأطراف :

١ ـ يوضع المنتج على الجرولر ٠

٢ ـ نصنع دائرة قصر بين قضيبين من الموحد وذلك بعمل
كوبرى بينهما بقطعة من السلك ونحرك صفيحة

منشار حول سطح المنتج بحيث يكون وضعها موازى لمحور المنتج حتى نصل الى المجرى التى تهتز عندها صفيحة المنشار .

٣ - ندير المنتج حتى تصبح هذه المجرى لأعلى ثم نصنع دائرة قصر بين القضيبين التاليين (فاذا كان رقم القضيبين فى الخطوة ٢ هو ١ ، ٢ على التوالى - يكون رقم القضيبين فى الخطوة ٣ هو ٢ ، ٣ على التتابع) ونلاحظ صفيحة المنشار فاذا اهتزت فوق نفس المجرى نضع علامة على القضبان الثلاثة التى استخدمت فى هذا الاختبار وكذلك المجرى .

بعد تسجيل كل المعلومات اللازمة يحل المنتج بأكمله وننزيل كل الورق العازل القديم ونستعمل ورق عازل جديد لعزل المجارى بحيث يكون له نفس المواصفات كالعازل القديم ويقطع الورق العازل مع عمل الزيادات اللازمة عند أطراف المجارى وكذلك فى أعلى المجارى .

ومن الضرورى اختبار الموحد بالكشف عن القصر أو الفتح فى الدوائر قبل وضع الملفات الجديدة كما يجب تنظيف المجارى الموجودة فى قضبان الموحد لسهولة وضع الخيات أو الأطراف فيها وبحيث يكون عرضها يلائم قطر السلك (الاطراف المرنة) .

طريقة اللف :

تتبع نفس خطوات اللف كما فى لف منتج آلة تيار مستمر - واذا كان هناك ملفين لكل مجرى :

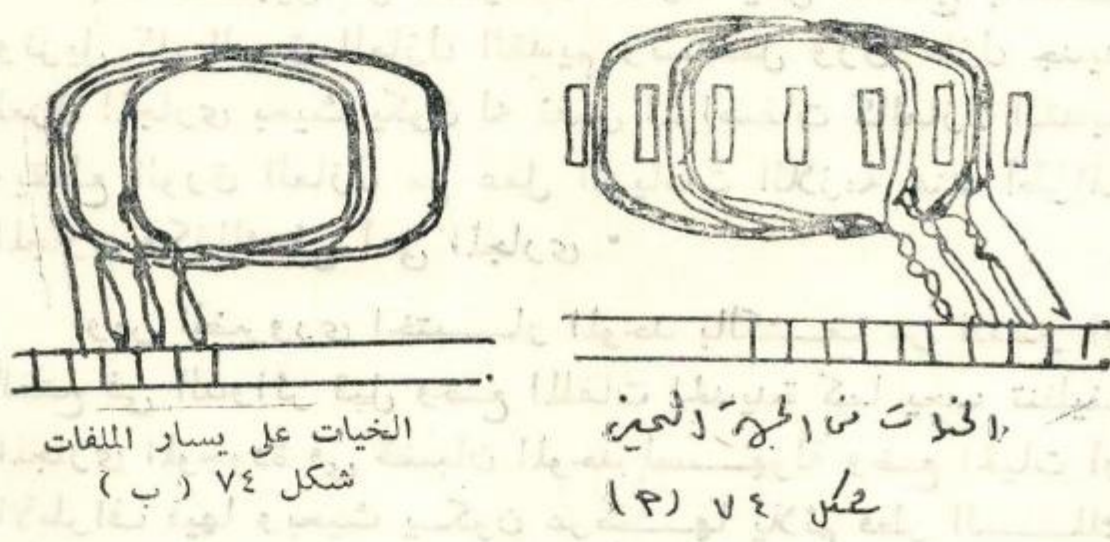
١ - نختار أى مجرى ونرقمها (١) مثلا ونلف العدد المطلوب من اللفات بين هذه المجرى والمجرى الاخرى التى تبعد عنها عدد من المجارى يساوى عرض الملف ويلاحظ أن يكون اتجاه لف السلك هو نفس الاتجاه فى الملف القديم

أى اما فى اتجاه عقارب الساعة أو عكســـه (يمينى أو يسارى) ـ اعمل الخية الاولى ·

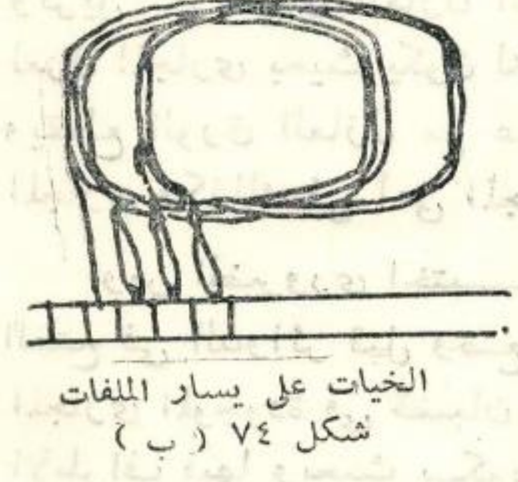
٢ ـ لف الملف رقم ٢ ونفس عدد اللفـــات وفى نفس المجرتين السابقتين ثم إعمل الخية الثانية ونفرق بين الخية الاولى والثانية اما بالطول أو بتغليف كل منهما بلون مختلف ·

٣ ـ ننتقل الى المجرى رقم ٢ ونعمل الملف ٣ والملف ٤ وهـكذا حتى يتم عمل كل الملفات ·

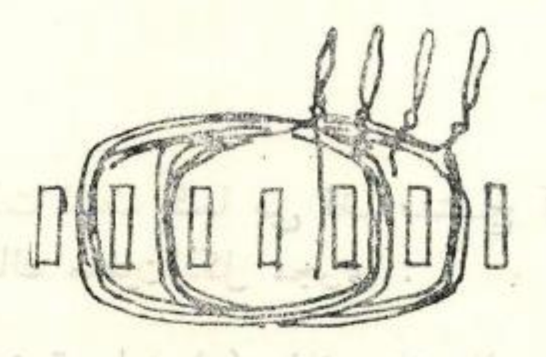
ويراعى أن يكون وضع الخيـات بالنسـبة للملفـات هو نفس الوضع السابق (أى اما يمين الملفات أو يســـارها أو خلفها) كما فى الشـكل (٧٤) أ ، ب ، ج ·



الخيات من الجهة اليمنى
شكل ٧٤ (أ)



الخيات على يسار الملفات
شكل ٧٤ (ب)



شكل ٧٤ (ج) الخيات من الجهة الخلفية

توصيل الأطراف بالموحد :

يجب أن توضع الأطراف فى الموحد كما كانت فى الملفات الأصلية ويتحدد وضع الأطراف عادة باتجاه دوران المحرك — واذا كانت ملفات المنتج الأصلية ملفوفة بحيث كان اتجاه لف السلك هو اتجاه عقربى الساعة وعند اعادة اللف عكسنا اتجاه لف السلك أى عملنا الملفات فى عكس اتجاه عقربى الساعة فى هذه الحالة يدور المحرك فى عكس اتجاه دورانه الاصلى ويحدث شرر شديد على الموحد وللتغلب على هذا الشرر نعكس أطراف التوصيل للفرش فيدور المحرك فى اتجاهه الأصلى ويتوقف حدوث الشرر .

المحرك المعوض ذو المجال الموزع

هو نوع من المحركات العامة لا يحتوى عضوه الثابت على أقطاب بارزة وأجزاؤه الرئيسية هى :

(أ) قلب العضو الثابت الذى يشبه قلب العضو الثابت للمحرك ذو الوجه المشطور حيث يحتوى السطح الداخلى للعضو الثابت على عدد من المجارى يوجد بداخلها ملفات .

(ب) عضو الاستنتاج ويشبه عضو استنتاج للمحرك العام ذو الأقطاب البارزة السابق ذكره فى هذا الباب .

وهناك نوعان للمحرك العام ذو المجال الموزع هما :

١ — المحرك المعوض ذو المجال المفرد ويحتوى على وحدة واحدة من الملفات .

٢ — المحرك المعوض ذو المجالين ويحتوى على وحدتين من ملفات العضو الثابت (ملفات المجال) والمحرك المعوض ذو المجال المفرد ذو القطبين يحتوى على ملفات فى العضو الثابت تشبه الملفات الرئيسية (ملفات التشغيل) فى المحرك ذو الوجه

المشطور حيث تلف ملفات المجال بنفس الطريقة ويجب عند تقسيم الملفات وتوزيعها فى المجارى لعمل القطبين ان تكون قطبيتهما معكوسة أى يمر التيار فى ملفات أحد القطبين فى عكس اتجاه مروره فى الملفات الخاصة بالقطب التالى ثم توصل مع بعضها على التوالى ويتم توصيل ملفات المجال مع ملفات الاستنتاج على التوالى ايضا ويمكن أن تصنع المحركات من هذا النوع بعدد أكبر من الأقطاب أى ٤ ـ ٦ .

ولعكس حركة هذا النوع من المحركات نعكس أما أطراف عضو الاستنتاج أو أطراف المجال وتحرك الفرش فى عكس اتجاه دوران المحرك بمقدار عدة قضبان .

والمحرك المعوض ذو المجالين له وحدتين من ملفات العضو الثابت هما الملفات الرئيسية وملفات التعويض وهما يشبهان ملفات التشغيل والتقويم فى المحرك ذو الوجه المشطور ويوضعان فى مجارى العضو الثابت بحيث يكون بينهما ٩٠° كهربية أى متعامدان .

ووظيفة ملفات التعويض هى تقليل قيمة جهد المفاعلة الحثية الذى يستنتج فى عضو الاستنتاج عندما يعمل على تيار متغير حيث يتولد هذا الجهد بتأثير الفيض المغناطيسى المتغير ـ ويؤثر هذا الجهد على قيمة الجهد بين أطراف المنتج وبالتالى يقلل السرعة وعزم الدوران للمحرك .

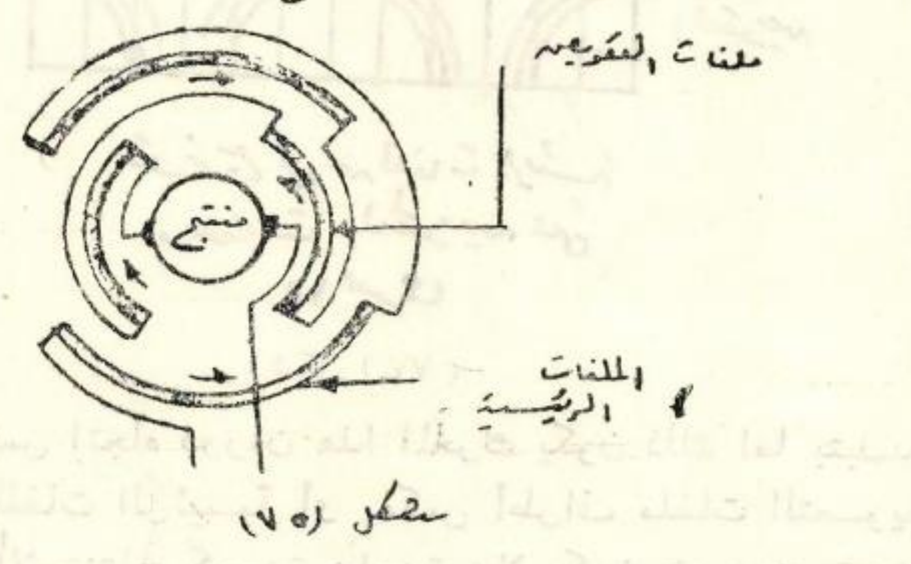
الحل واللف
للمحرك المعوض

عند حل ملفات العضو الثابت لمحرك عام معوض يكون من الضرورى أن توضع علامات على المجارى بكل دقة حتى توضع الملفات الجديدة فى مكانها الصحيح قطب بعد قطب فى نفس المجارى كالملفات الأصلية لأنه اذا ما وضعت الملفات الجديدة مزحزحة عن مكانها الأصلى بمجرى واحدة فان ذلك يؤدى الى

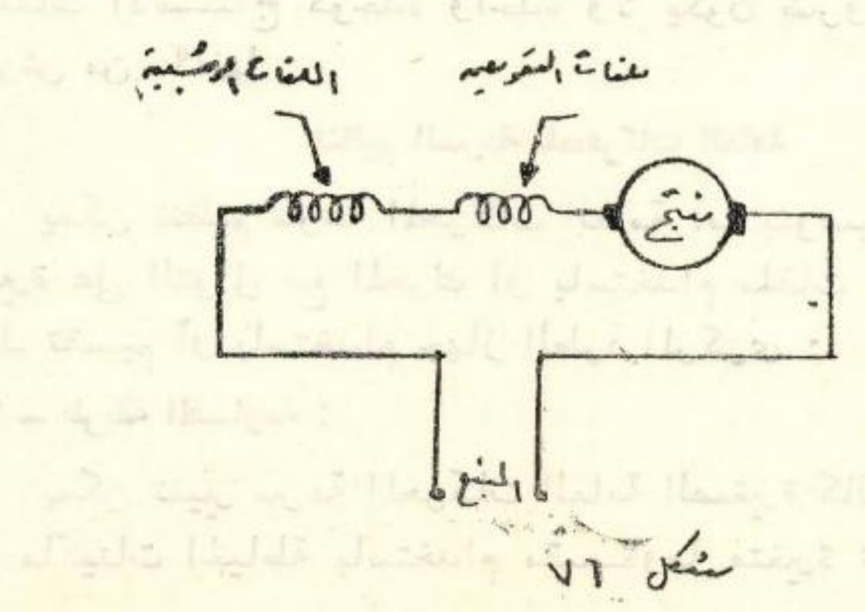
حدوث شرارة كهربية شـــديدة ، والعلاج الوحيد لهذه الحالة نو اما تحريك الفرش أو اعادة اللف ٠

٠٠ عند اعادة لف مثل هذا النوع من المحركات توضـــع الملفات الرئيسية أولا فى المجارى ثم توضـــع ملفات التعويض بحيث تكون مزاحه عن الملفات الرئيسية ٩٠° كهربية ويمكن أن يتم اللف اما باستخدام الفورمة أو اللف بالحزمة والشكل (٧٥) يوضح وضع كل من الملفـــات الرئيسية وملفـــات التعويض ٠

والشكل (٧٦) يوضح التوصـــيل بين ملفات التعويض والملفات الرئيسية وملفات الاستنتاج ٠



شكل (٧٥)



شكل ٧٦

وعادة تعمل المحركات الصـــغيرة بقطبين أما المحــركات الكبيرة تكون ذات أربع أو ست أقطاب وتلف الاقطاب الرئيسية عادة بملف واحد أو ملفين لكل قطب أما ملفات التعويض تلف بثلاثة أو أربعة ملفات لكل قطب والشكل (٧٧) يوضح توزيع كل من الملفات الرئيسيـــية وملفـــات التعويض لمحرك له ١٢ مجرى ·



شكل (٧٧)

ولعكس اتجاه دوران هذا المحرك يكون ذلك اما بتبــديل أطراف الملفات الرئيسية أو بعكس أطراف ملفات التعــويض وملفات الاستنتاج كوحدة واحدة ولا يكون ضرورى تحريك انفرش من مكانها ·

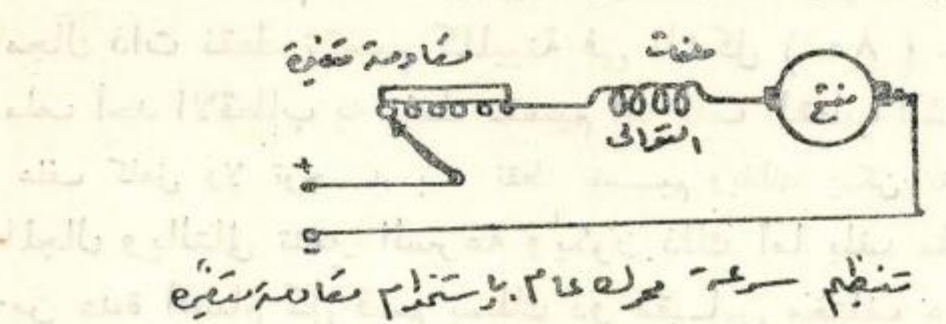
تنظيم السرعة للمحركات العامة

يمكن تنظيم سرعة المحركات العامة أما بتوصيل مقــاومة متغيرة على التوالى مع المحرك أو باستخدام ملفات مجــال ذات نقط تقسيم أو باستخدام جهاز الطرد المركزى ·

اولا — طريقة المقــاومة :

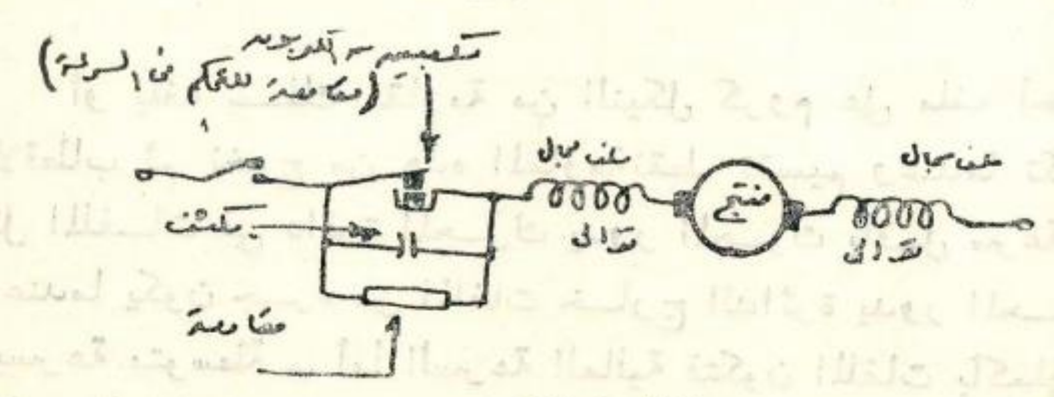
يمكن تغيير سرعة المحركات العامة الصغيرة كالتى تستخدم فى ماكينات الخياطة باستخدام مقـــاومة متغيرة توصـــل على

التوالى مع المحرك كما فى الشكل (٧٨) بحيث يمكن تغيير قيمة مقاومة دائرة المحرك بواسطة دواسة توضع تحت القدم وهذه المقاومة ربما تكونت من عامود كربون أو من مقاومة سلك ·



شكل (٧٨)

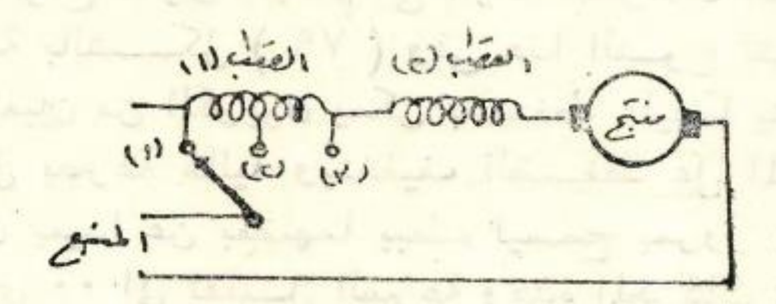
وهناك أنواع أخرى للتحكم فى سرعة المحركات العامة الصغيرة كالمبينة بالشكل (٧٩) وفى هذا النوع تتكون المقاومة من مكعبين من الكربون يمكن بالضغط عليهما بشدة بالقدم للتشغيل بسرعة عالية وبتخفيف الضغط على المكعبين يتحرك المكعبان بعيدا عن بعضهما ببطء ليسمح بمرور تيار أقل وهذا يؤدى ·· الى تقليل السرعة وهذه المحركات تبدأ سرعتها منخفضة جدا حيث يفصل مفتاح السرعة مكعبات الكربون عند البدء وعندما يتحرك المفتاح يزيد الضغط على الكربون فيزيد التيار المار الى المحرك وتزيد السرعة — ويلاحظ وجود مقاومة ثابتة فى الدائرة حتى عندما تنفصل مكعبات الكربون كما يلاحظ أن المكثف الموجود فى الدائرة يستخدم لتقليل حدوث قوس كهربى عند الفصل ·



شكل (٧٩)

ثانيا — باستخدام ملفات مجال ذات نقط تقسيم :

يمكن تنظيم سرعة بعض المحركات العامة باستخدام ملفات مجال ذات نقط تقسيم كالمبينة فى الشكل (٨٠) حيث يكون ملف أحد الاقطاب به نقط تقسيم أما ملف القطب الثانى فيكون ملف كامل ولا توجد به نقط تقسيم وبذلك يمكن تغيير شدة المجال وبالتالى تتغير السرعة ويكون ذلك أما بلف ملف القطب من عدة أقسام كل قسم بسلك ذو مقاس مختلف عن مقاس السلك المستخدم فى الأقسام الأخرى ونخرج نقط التقسيم من كل قسم .



(١) نقطة السرعة المنخفضة
(٢) نقطة السرعة المتوسطة
(٣) نقطة السرعة العالية

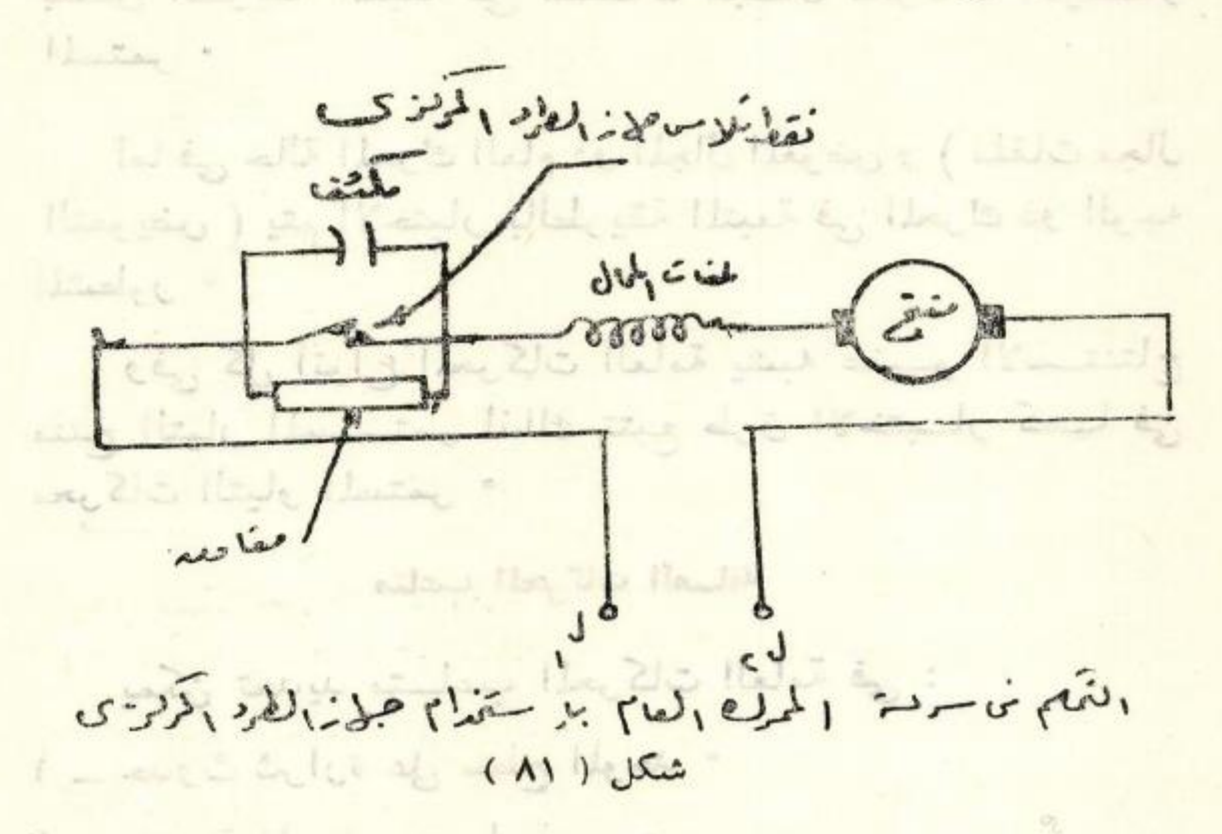
تنظيم سرعة المحرك العام باستخدام ملفات مجال مقسمة

شكل (٨٠)

أو بلف سلك مقاومة من النيكل كروم على ملف أحد الاقطاب ثم نخرج من هذه المقاومة نقط تقسيم وعندما تكون كل الملفات فى دائرة المحرك يدور المحرك بأقل سرعة — وعندما يكون جزء من الملفات خارج الدائرة يدور المحرك بسرعة متوسطة — أما السرعة العالية فتكون الملفات بأكملها خارج الدائرة .

ثالثا — اجهاز الطرد المركزى :

عديد من المحركات العامة المستخدمة فى الخلاطات المنزلية يعمل على عدة سرعات ويتم اختيار السرعة عن طريق جهاز طرد مركزى يوجد داخل المحرك كالمبين فى الشكل (٨١) ويمكن ضبط المفتاح برافعة خارجية .



التحكم فى سرعة المحرك العام باستخدام جهاز الطرد المركزى

شكل (٨١)

ويتم ضبط السرعة بحيث تطابق وضع الرافع فاذا زادت سرعة المحرك عن تلك السرعة المناسبة لوضع الرافعة فان جهاز الطرد المركزى يفتح نقط التلامس ويسمح بدخول جزء من المقاومة وبالتالى تنخفض السرعة — أما عندما تنخفض سرعة المحرك فان نقطتى التلامس تقصران المقاومة لتزيد سرعة المحرك وتتكرر عملية تغير السرعة دون أن يلاحظ هذا التغيير — ولتقليل الشرارة الكهربية التى تحدث عند القفل والفتح يستخدم مكثف يوصل على التوازى مع المفتاح وذلك لتفريغ الشحنة الكهربية فى هذا المكثف فيقل الشرر .

تحديد الخلل وطريقة اصلاحه
فى المحرك العام

يجب اختبار ملفات المجال وملفات الاستنتاج قبل وبعد تجميع المحرك وتختبر ملفات المجال للكشف عن التماس الأرضى والقصر والفتح فى الملفات وكذلك الوصلات المعكوسة بنفس الطريقة المتبعة فى ملفات مجال محركات التيار المستمر ٠

أما فى حالة المحرك العام ذو المجال المعوض و (ملفات مجال التعويض) يتم الاختبار بالطريقة المتبعة فى المحرك ذو الوجه المشطور ٠

وفى كل أنواع المحركات العامة يشبه عضو الاستنتاج منتج التيار المستمر لذلك تتبع طرق الاختبار كما فى محركات التيار المستمر ٠

متاعب المحركات العامة

يمكن تحديد متاعب المحركات العامة فى :

١ ــ حدوث شرارة على سطح الموحد ٠

٢ ــ سخونة المحرك عندما يدور ٠

٣ ــ تصاعد دخان من المحرك ٠

٤ ــ المحرك يعجز عن الدوران (عزم الدوران عند البدء ضعيف) ٠

اولا ــ حدوث شرارة على سطح الموحد :

الأسباب المحتملة هى :

(أ) خطأ فى توصيل أطراف الملفات بالموحد ٠

(ب) قصر فى ملفات المجال ٠

(جـ) ملفات الاستنتاج مفتوحة أو مقصورة .
(د) أطراف الملفات معكوسة .
(هـ) كراسى التحميل متآكلة .
(و) شرائح الميكا بالموحد عالية عن سطح الموحد .
(ز) خطأ فى اتجاه الدوران .

ثانيا — اذا زادت سخونة المحرك أثناء دورانه :

الأسباب المحتملة هى :

(أ) تآكل كراسى التحميل أو كراسى التحميل بدون زيت .
(ب) ملفات مقصورة .
(جـ) زيادة فى الحمل .
(د) ملفات المجال مقصورة .
(هـ) الفرش ليست فى وضع التعادل .

ثالثا — تصاعد دخان من المحرك :

الأسباب المحتملة هى :

(أ) قصر فى ملفات عضو الاستنتاج .
(ب) قصر فى ملفات المجال .
(جـ) كراسى التحميل متآكلة .
(د) زيادة فى الحمل .
(هـ) خطأ فى قيمة الجهد المستعمل .

رابعا — اذا كان عزم دوران المحرك ضعيف عند البدء :

الأسباب المحتملة هى :

(أ) قصر فى ملفات الاستنتاج .

(ب) قصر فى ملفات المجال .

(جـ) خطأ فى وضع الفرش .

(د) تآكل الكراسى .

المحرك ذو القطب المظلل

هو أحد أنـواع المحركات التأثيرية ذات الوجـه الواحـد للقدرات الصـغيرة جدا التى تتراوح بين $\frac{١}{١٠٠}$ = $\frac{١}{٢٠}$ من الحصان تقريبا حيث يكون عزم الدوران عند البدء منخفض ونحصل على عزم الدوران هذا بواسطة ملفات تكون مقصورة دائما وتوضع مزاحه عن ملفات العضو الثابت الرئيسية .

استعمالات المحرك ذو القطب المظلل :

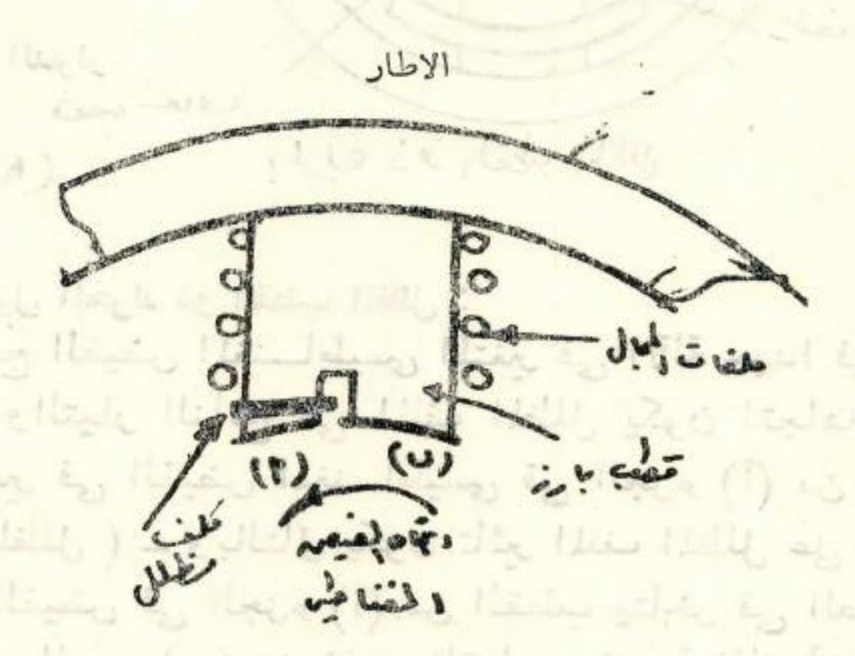
هذا النـوع من المحركات لا يتطلب مفاتيـح طرد مركزى أترماتيكية أو أى نوع من مفاتيح البدء حيث لا توجد ملفات بدء (تقويم) يلزم اخراجها من الدائرة بعد التشغيل .

وتركيبه البسيط يجعله كآلة متينه يكون مناسب للعمـــل لفترات زمنية طويله ومع ذلك فان الكفاءة الكهربية لهذا المحرك تكون منخفضة عن بقية المحركات التأثيرية ذات الوجه الواحد وخاصة لزيادة قيمة المفاقيد النحاسية فى دائرة ملفات الأقطاب المظللة لهذا المحرك .

والأحجام العادية لهذا المحـرك تكون عـادة حوالى $\frac{١}{٣٠}$ حصان ، ويستخدم عندما تكون الكفاءة الكهربية غير مهمة عند التشغيل وذلك فى ادارة المراوح الصغيرة — أجهزة التسجيل — الصمامات التى تعمل بمحركات .

تركيب المحرك ذو القطب المظلل :

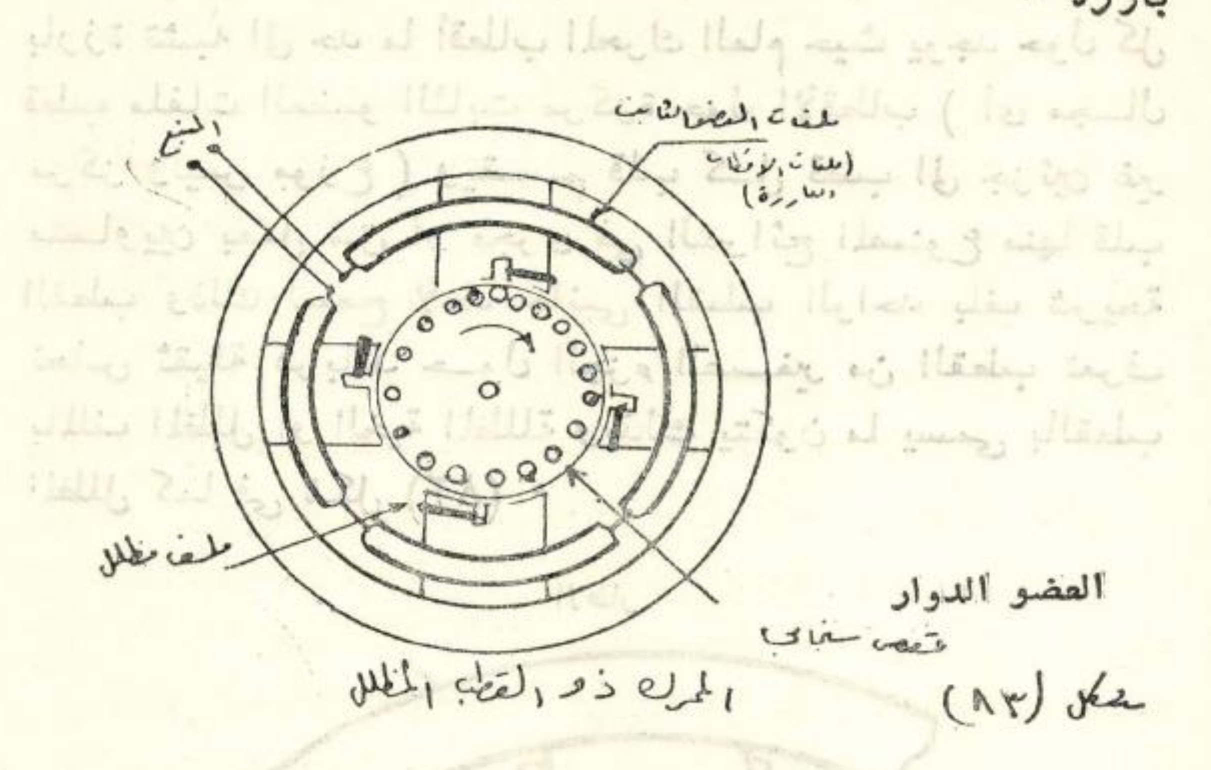
يتركب المحرك ذو القطب المظلل من عضو ثابت ذو أقطاب بارزة تشبه الى حد ما أقطاب المحرك العام حيث يوجد حول كل قطب ملفات العضو الثابت مركزة حول الأقطاب (أى مجال مركز وليس موزع) ويقسم قلب كل قطب الى جزئين غير متساويين بعمل شق أو مجرى فى الشرائح المصنوع منها قلب القطب وذلك لسمح لأحد جانبى القطب الواحد بلف شريحة نحاس ثقيلة كرباط حول الجزء الصغير من القطب تعرف بالملف المظلل أو الخية المظللة وبذلك يتكون ما يسمى بالقطب المظلل كما فى شكل (٨٢) ٠



شكل (٨٢)

ويوجد نوع آخر من المحركات ذات القطب المظلل يكون عضوه الثابت عبارة عن عضو ثابت به مجارى كما فى المحرك التأثيرى حيث تتكون ملفات العضو الثابت من ملفات رئيسية وملفات أخرى مظللة ـ والملفات المظللة تلف بطريقة اللف التموجى وتقصر دائرتها داخل المحرك أو عند أطرافه وفى كلا النوعين يكون العضو الدوار من نوع القفص السنجابى ٠

والشكل (٨٣) يوضح محرك ذو قطب مظلل بأقطـــاب بارزة •



شكل (٨٣) المحرك ذو القطب المظلل

كيفية تشغيل المحرك ذو القطب المظلل :

ينتـــج الفيض المغنـــاطيسى المتغير فى الآلة جهدا فى الملف المظلل ـ والتيار الناتج فى الملف المظلل يكون اتجاهه بحيث يضاد التغير فى الفيض المغنـــاطيسى فى الجزء (أ) من القطب (الجزء المظلل) ـ وبالتالى يكون تأثير الملف المظلل على الفيض هو جعل الفيض فى الجزء (أ) من القطب يتأخر فى الطور عن الفيض فى الجزء (ب) من نفس القطب ونتيجة ذلك أن يتحرك الفيض المغناطيسى أى يتواجد مجال مغناطيسى دوار فى اتجاه السهم المبين فى الشكل (٨٢) •

والعضو الدوار من نوع القفص الســنجابى وتحت تأثير المجال المغناطيسى الدوار يتولد عزم دوران وفى نفس اللحظة التى يبدأ فيها عزم الدوران هذا فى ادارة العضو الدوار يتولد عزم دوران اضـــافى بتأثير المحرك الحثى ذو الوجه الواحد ـ وتزيد سرعة المحرك الى قيمة أقل قليـــلا من سرعة التزامن ـ ويدور المحرك كمحرك تأثيرى وجه واحد •

ونظرا لأن الملف المظلل يستمر مقفلا بعدما يصل المحـرك الى السرعة العادية فان ذلك يؤدى الى فقد اضـافى فى الطاقة ٠

ونظرا لأن عزم دوران البدء لهذا النـوع من المحركات يكون صغير فيستعمل هذا المحرك فى المراوح الصغيرة والساعات الكهربية وبعض التطبيقات المشابهة ٠

ملفات الأقطاب المظـللة :

محرك القطب المظلل له أقطاب مجال بارزة توضع عليها الملفات المظللة كما فى الشكل (٨٣) والملفات المركبة على قلوب الأقطاب (ملفات المجـال) تلف على فورمة كمـا هو متبع فى ملفات الأقطاب فى آلات التيار المستمر وكذلك ملفات المجال فى المحرك العام من النوع ذو المجال المركز ٠

توصل الأطراف المرنة بنهايات الملفات ثم يلف الملف ككل بالشريط العازل ويوضع فوق القطب وعادة تثبت ملفـات المجال فى مكانها بواسطة خوابير معدنية توضع بين الأقطاب ، واذا كانت مادة الخوابير هى مادة حديدية أو مغناطيسية يعمل ذلك على تحسين تشغيل المحرك ٠

عند اعادة اللف يجب التأكد من عمل الملف الجديد بنفس عدد لفات الملف القديم وبنفس مقـاس السـلك ونفس نوع العازل أى بنفس المواصـفات كما يجب التأكد من أن تكون مقاسات الملف الجديد هى نفس مقاسات الملف القديم والا تكون هناك صـعوبة فى تركيب هذه الملفات على الأقطـاب ومن المستحسن عمليـا وضـع ورق عـازل على الأركان حول قلب القطب لتمنع حدوث التماس الأرضى لملفات المجال ٠

وتصنع المحركات ذات الأقطاب المظللة بعدد من الأقطـاب ٢ ــ ٤ ــ ٦ أو ٨ قطب بحيث تكون قطبيتها مختلفة على التتابع ٠

عكس اتجاه الدوران فى المحرك ذى القطب المظلل :

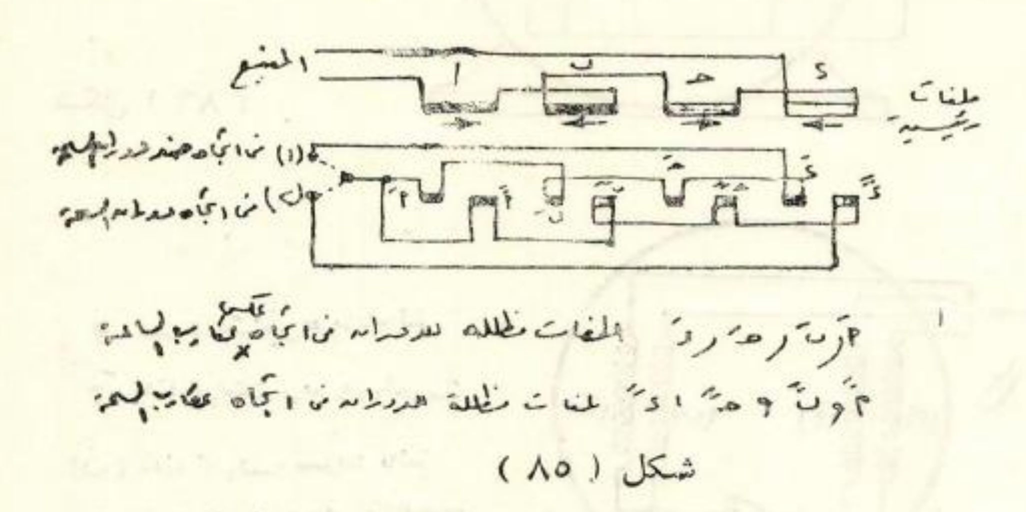
هذا المحرك فى العادة يدور فى اتجاه واحد فقط ذلك لأن عكس اتجاه الدوران يســـتلزم فك المحرك ميكانيكيا واعادة تجميعه وفى بعض الآلات الخاصة يوجد لها عضـوين دوارين على نفس العامود وكل منهما له عضو ثابت خاص به ، ويكون التجميع بحيث تكون كل مجموعة (عضو دوار وعضو ثابت) للدوران فى اتجاه مضاد للمجموعة الأخرى ـ بمعنى أنه لا يمكن عكس اتجاه الدوران اذا لم يكن تركيب الآلة يســمح بتحريك الملف المظلل الى النصف الآخر من القطب ٠

والمحرك المظلل الذى يمكن عكس اتجاه دورانه يكون من النوع الذى يحتوى عضوه الثابت على مجارى توزع فيها ملفات المجال الرئيســـية وبحيث يكون لكل قطب ملف واحد رئيسى ولكن يوجد لكل قطب وحدتين من الملفات المظللة تستعمل وحدة واحدة منهما فقط للدوران فى اتجاه معين والأخرى فى الاتجاه المضـــاد ووحدتى الملف المظلل لكل قطب توجدان على جانبى القطب والشكل (٨٤) يوضح توزيع هذه الملفات لعضو ثابت به ١٢ مجرى يعمل بأربعة أقطاب ٠

شكل (٨٤)

وقــد علمنا أن اتجاه المجـــال الدوار يكون من القطب الرئيسى الى القطب المظلل لذلك توصـــل ملفات الأقطـــاب الرئيسية مع بعضها على التوالى بحيث تكون قطبيتهـا مختلفة على التتابع ويســتخدم مفتــاح ليقفل دائرة احــدى وحدتى الملفات المظللة ويترك الوحدة الثانية مفتوحة فيدور المحرك

فى اتجاه معين ـ ولعكس اتجاه الدوران يغير وضع المفتاح بحيث يفتح دائرة وحدة الملفات المظللة المقفلة ويقفـــل دائرة وحدة الملفات المظللة التى كانت مفتوحة والتى توجـد على الجـانب الآخر من الأقطاب وبذلك يتغير وضع الملفات المظللة بالنسبة للملفات الرئيسية ويبين شكل (٨٥) طريقة التوصيل ·



شكل (٨٥)

محركات المراوح : ...

تستخدم فى المراوح عدة أنواع من المحركات التى تعمـل على وجه واحد تيار متغير ·

وتشـــغيل المراوح يتطلب العمل لعـدة سرعات والطرق المستعملة فى تغيير السرعة تختلف من محرك لآخر ·

أولا المراوح الأرضية :

يستعمل فى المراوح الأرضية المحرك ذو الوجه المشطور أو المحرك ذو المكثف ·

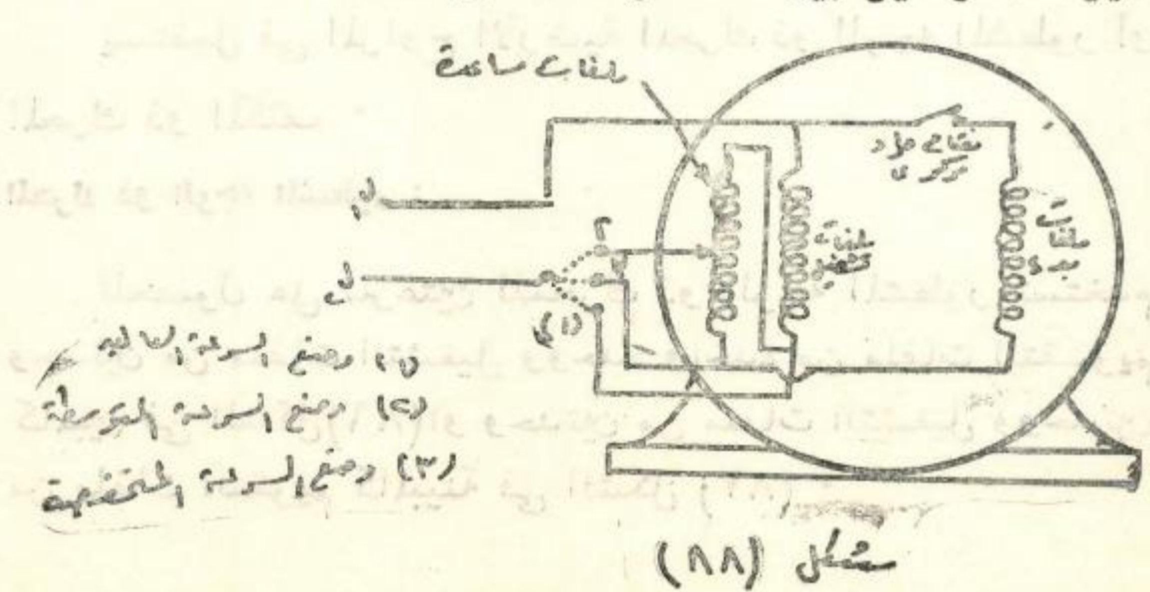
المحرك ذو الوجه المشطور :

للحصول على سرعتين للمحرك ذو الوجه المشطور تستخدم وحدتين من ملفات التشغيل ووحدة واحدة من ملفات التقـويم كالمبين فى الشكل(٨٦)او وحدتين من ملفات التشغيل ووحدتين من ملفات التقويم كالمبينة فى الشكل (٨٧) ·

شكل (٨٦)

شكل (٨٧)

ويمكن الحصول على ثلاث سرعات فى المحرك ذى الوجه المشطور وذلك باستخدام وحدة واحدة لملفات التشغيل ووحدة ملمات مساعدة ووحدة ملفات للتقويم والشكل (٨٨) يبين طريقة التوصيل بين هذه الوحدات من الملفات :



شكل (٨٨)

وفى هذا المحرك توضع ملفات التشغيل والملفات المساعدة فى نفس المجارى ، أما ملفات التقويم فتوضع فى مجارى تنحرف عن مجارى ملفات التشغيل بزاوية مقدارها ٩٠ه كهربية .

يكون التوصيل بين ملفات الوحدات الثلاثة كالتالى :

١ ـ عند التشغيل على السرعة العالية توصل ملفات التشغيل على التوازى مباشرة مع الخط بينما تدخل كل الملفات المساعدة على التوالى مع ملفات التقويم ليكونا دائرة توازى اخرى مع الخط .

٢ ـ عند التشغيل على السرعة المتوسطة توجد هناك دائرتان على التوازى الأولى تحتوى على ملفات التشغيل متصلة على التوالى مع نصف الملفات المساعدة ، والدائرة الثانية تحتوى على ملفات التقويم متصلة على التوالى مع النصف الآخر للملفات المساعدة .

٣ ـ عند التشغيل على السرعة المنخفضة توجد أيضا دائرتان على التوازى مع الخط احداهما تحتوى على ملفات التقويم والدائرة الأخرى تحتوى على ملفات التشغيل موصلة على التوالى مع كل الملفات المساعدة .

ونقطة التقسيم الداخلية الموجودة على الملفات المساعدة يخرج منها طرف مرن للتوصيل فى حالة التشغيل بالسرعة المتوسطة ـ كما أن مفتاح الطرد المركزى يركب على التوالى فى دائرة ملفات البدء .

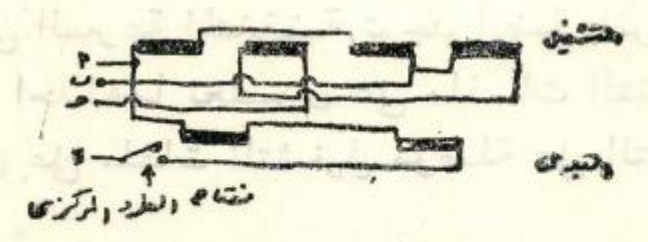
٢ ـ محرك ذو وجه مشطور يدور بسرعتين باستعمال ملف واحد للتقويم وملف واحد للتشغيل :

تشغيل مثل هذا النوع من المحركات يكون كالتالى :

اذا اعتبرنا محرك ذو أربع أقطاب ـ عند التشغيل بالسرعة العالية توصل ملفات التشغيل لتكون أربع أقطـاب فى دائرتين وبحيث تكون قطبية الأقطاب المتجاورة مختلفة على التتابع •

عند التشغيل على السرعة المنخفضة توصل ملفات التشغيل لتكون دائرة واحدة وتكون قطبية الأقطاب المتجاورة متشابهة والتوصيل بهذه الطريقة يسمى توصيل الأقطاب المتعاقبة حيث تنتج أربع أقطاب اضافية تتكون بين الأقطاب الرئيسـية أى يتواجد ٨ أقطاب فيعمل المحرك بسرعة منخفضـة ـ وفى كلا السرعتين توصل ملفات التشغيل على الخط وتخرج من الملفات أربعة أطراف خارج المحرك والشكل (٨٩) يوضـح طريقة التوصيل •

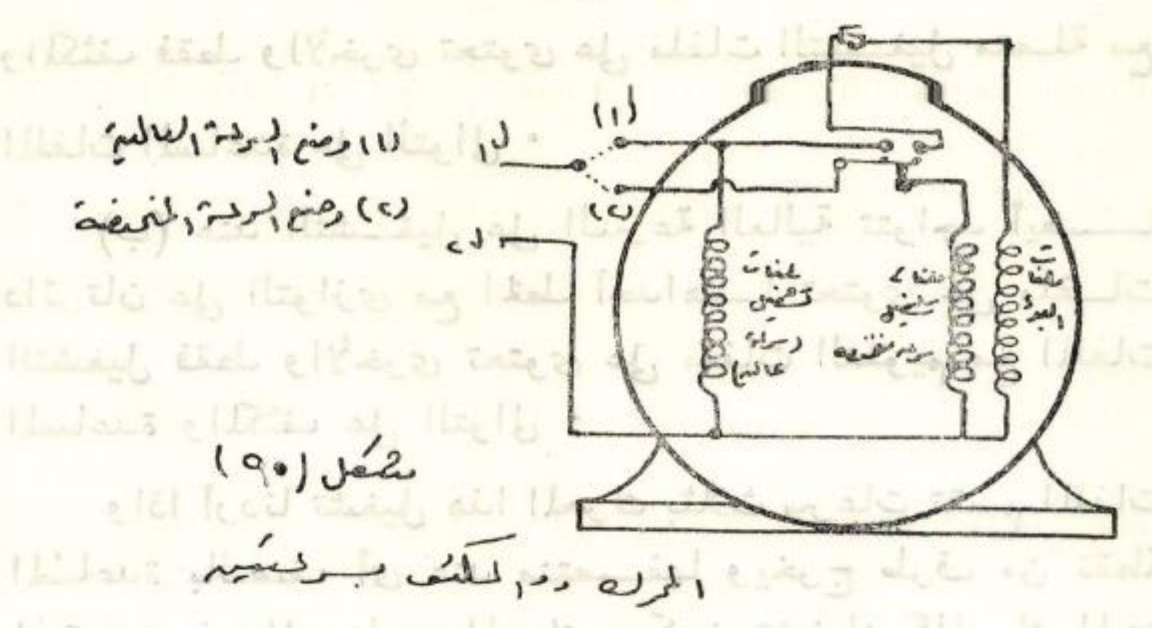
ـ للتشغيل على السرعة العالية وصل ب ، د الى أحد طرفى المنبع د أ ، حـ الى الطرف الثانى للمنبع	ملفات التشغيل فى دائرتين على التوازى •
ـ للتشغيل على السرعة المنخفضة توصل أ الى أحد طرفى الخط (المنبع) ، (حـ ، د)معا الى الطرف الثانى للمنبع	ملفات التشغيل فى دائرة واحدة على التوالى •



شكل (٨٩)

٣ ـ المحرك ذو المكثف بسرعتين :

هذا النوع من المحركات يشبه المحرك ذو الوجه المشطور المبين فى الشكل (٨٦) فيما عدا أنه يحتوى على مكثف فى دائرة ملفات التقويم كما فى الشكل (٩٠) •



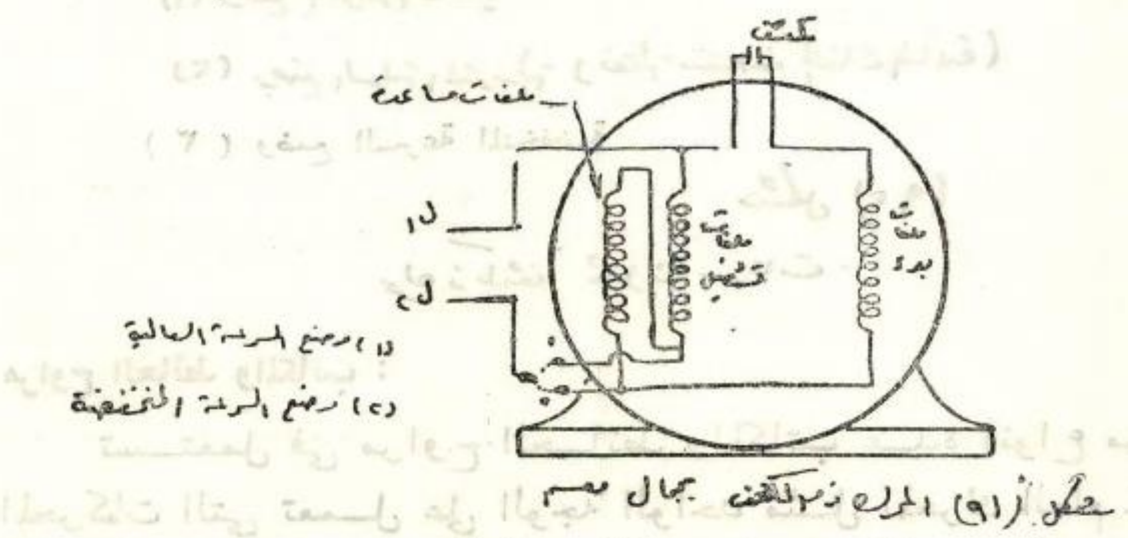
شكل (٩٠)
المحرك ذو المكثف بسرعتين

حيث يحتوى على ملف واحد للتقويم وملفين للتشغيل أحدهما للسرعة العالية والآخر للسرعة المنخفضة .

هناك نوع آخر من المحرك ذو المكثف يستخدم للدوران بسرعتين فى المراوح الأرضية هو :

٤ ـ المحرك ذو المكثف (المشطور باستمرار) ذو المجال المقسم :

شكل (٩١) يوضح طريقة توصيل هذا المحرك وسمى بالمشطور دائما لأنه لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى حيث لا تخرج ملفات التقويم من الدائرة حتى أثناء التشغيل لأنه يحتوى على ملف مساعد وملف تشغيل وملف تقويم .



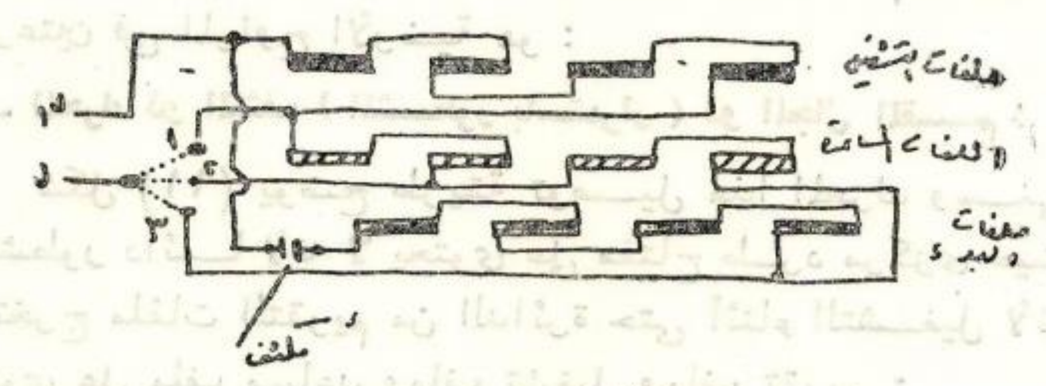
شكل (٩١) المحرك ذو المكثف بمجال مقسم

(أ) عند التشغيل على السرعة المنخفضة توجد دائرتان على التوازى مع الخط أحداهما تحتوى على ملفات التقويم

والمكثف فقط والأخرى تحتوى على ملفات التشـغيل متصلة مع الملفات المساعدة على التوالى ·

(ب) عند التشـغيل على السرعة العالية تتواجد أيضـا دائرتان على التوازى مع الخط أحداهمـا تحتوى على ملفـات التشغيل فقط والأخرى تحتوى على ملفات التقويم مع الملفات المساعدة والمكثف على التوالى ·

واذا أردنا تشغيل هذا المحرك بثلاث سرعات تقسم الملفات المساعدة بالنصف أى عند منتصـفها ويخرج طرف من نقطة التقسيم هذه الى خارج المحرك ويكون تشغيله كالمحرك المبين فى شكل (٨٨) والشكل (٩٢) يوضح طريقة توصـيله للعمل بثلاث سرعات ·



(١) وضع السرعة العالية

(٢) وضع السرعة المتوسطة (نقطة منتصف الملفات المساعدة)

(٣) وضع السرعة المنخفضة

شكل (٩٢)

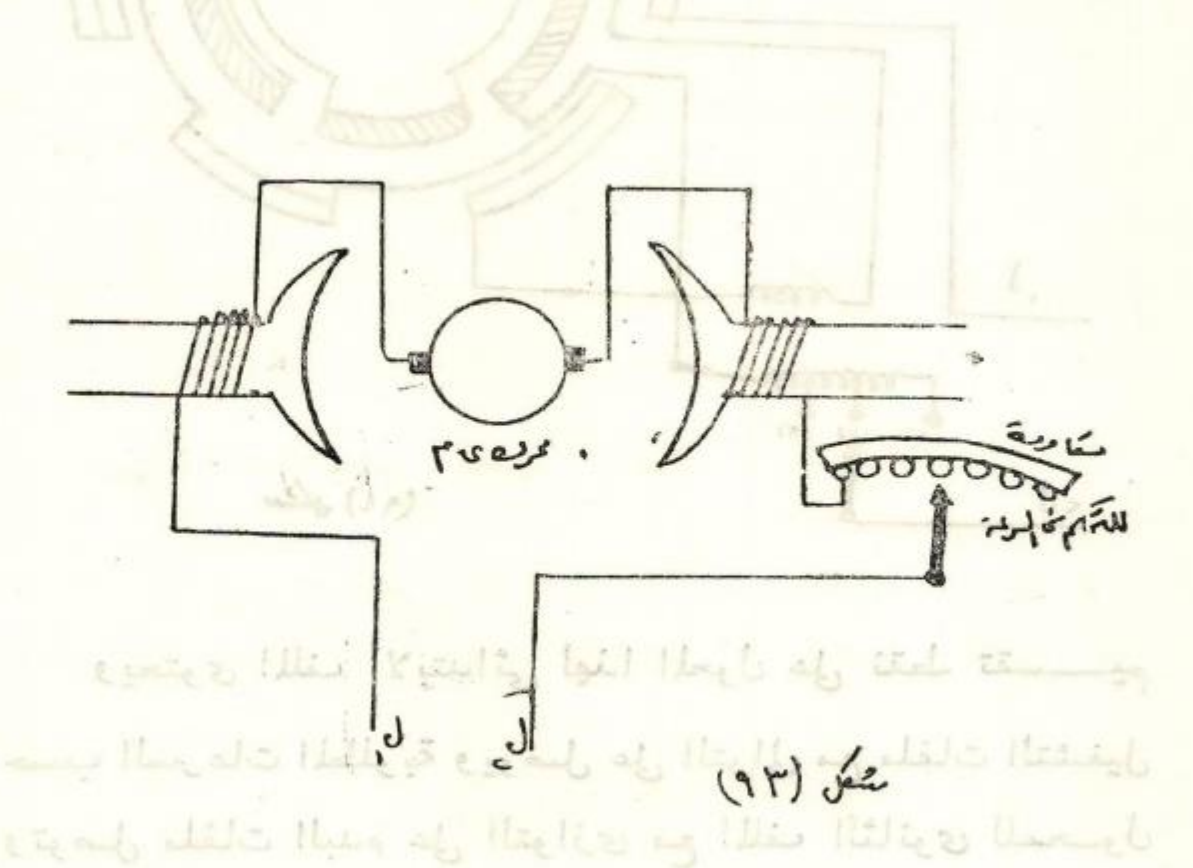
محرك ذو مكثف بثلاث سرعات ·

مراوح الحائط والمكاتب :

تسـتعمل فى مراوح الحـائط والمكاتب عـدة أنواع من المحركات التى تعمـل على الوجه الواحد مثـل المحرك العام ــ المحرك ذو الوجه المشطور ــ محرك المكثف ــ المحرك ذو القطب المظلل ·

١ ـ المحرك العام :

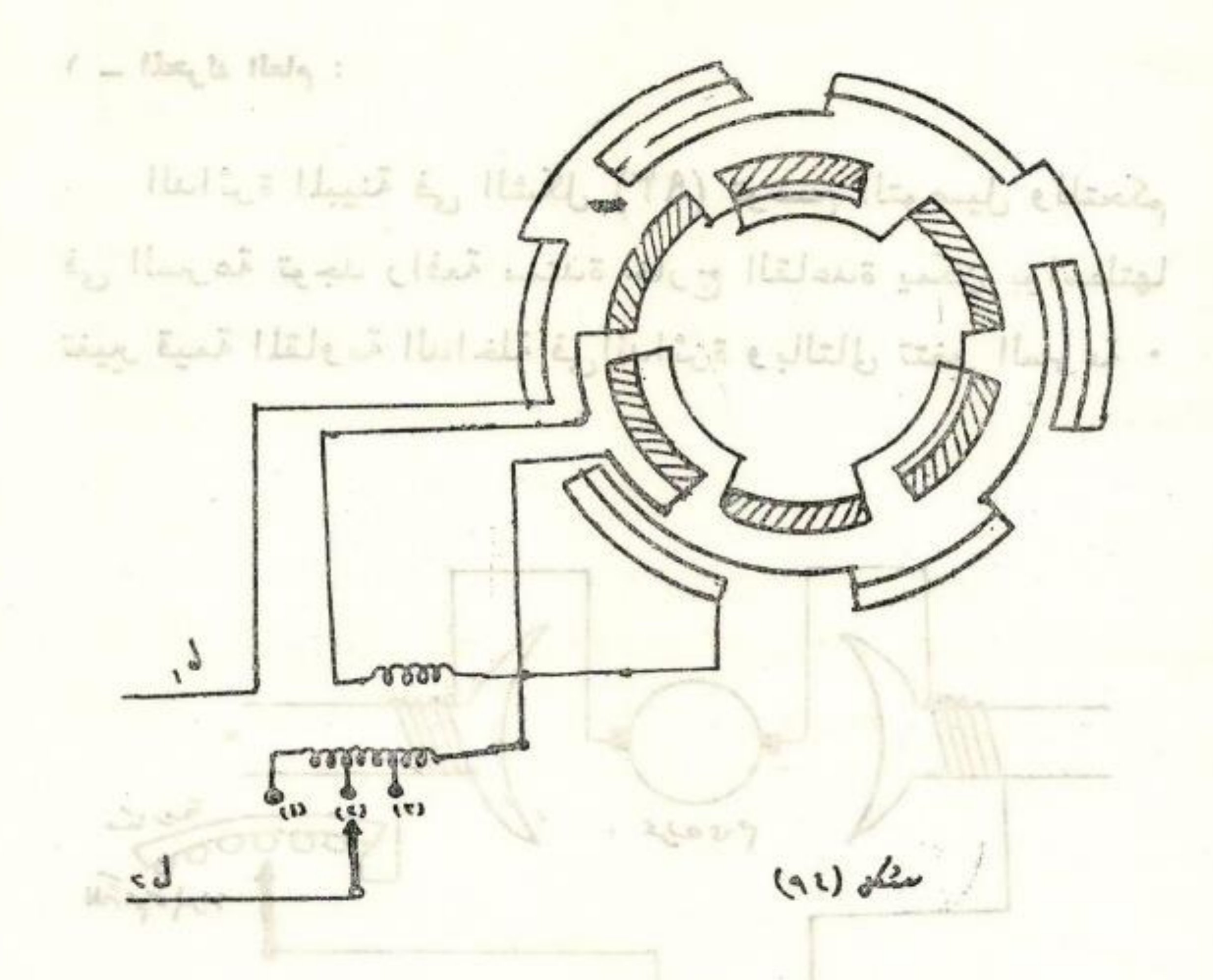
الدائرة المبينة فى الشكل (٩٣) توضح التوصيل وللتحكم فى السرعة توجد رافعة ممتدة خارج القاعدة يمكن بواسطتها تغيير قيمة المقاومة الداخلة فى الدائرة وبالتالى تتغير السرعة ٠



شكل (٩٣)

٢ ـ المحرك ذو الوجه المشطور :

معظم المحركات المشطورة الوجه التى تستخدم فى مراوح الحائط لا تحتوى على مفتاح طرد مركزى ولكنها تحتوى على محول ذاتى ذو نقط تقسيم يثبت فى قاعدة المروحة وتوصيله كما فى الشكل (٩٤) ٠



شكل (٩٤)

ويحتوى الملف الابتدائى لهذا المحول على نقط تقسيم حسب السرعات المطلوبة ويوصل على التوالى مع ملفات التشغيل وتوصل ملفات البدء على التوازى مع الملف الثانوى للمحول الذاتى :

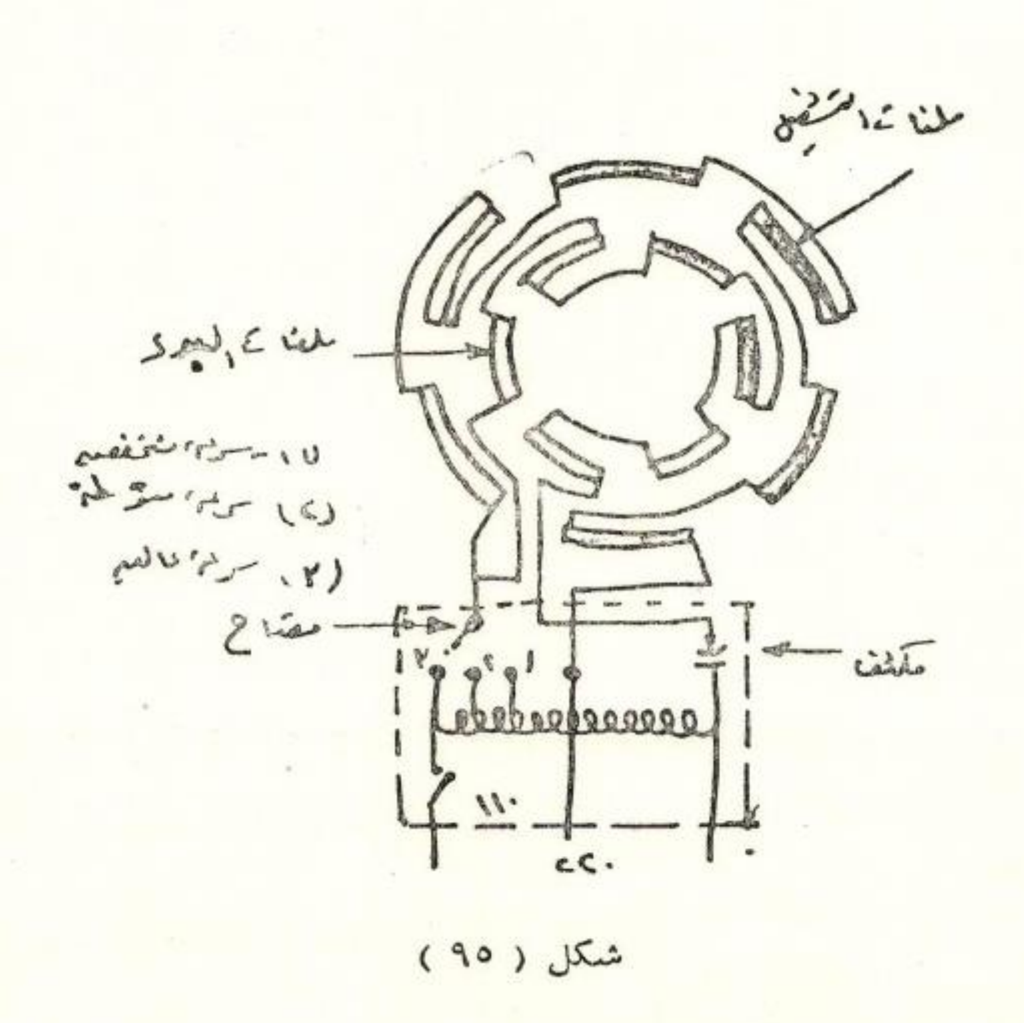
وعدد أقطاب هذا المحرك تكون عادة ٦ أقطاب وأحيانا يوصل المكثف على التوازى مع المحول الذاتى وذلك لتحسين عزم الدوران الابتدائى للمحرك .

مراوح وحدات التسخين :

تعلق وحدات التسخين (الدفايات) فى أسقف الحجرات

الكبيرة وتزود بمراوح أو هوايات لتوزيع الحرارة المتولدة فى الدفاية .

وعادة يكون محرك الهواية أو المروحة متصل مع محــول ذاتى لامكانية التغيير فى السرعة ويمكن التحكم فيه بواسطة مفتاح سريع الفصل والوصل متصل بوحدة المحـــول الذاتى وعموما هذه المحركات تكون من النــوع مفرد القيمة (دائـم الانشطار) ذو المكثف وتخفيض السرعة يتم عن طريق المحــول الذاتى الذى يخفض الجهد المسلط على ملفات التقويم والتشغيل والشكل (٩٥) يبين دائرة توصيل هذا المحرك .



شكل (٩٥)

محركات المراوح ذات السرعة الواحدة :

تعمل المراوح والهوايات الكبيرة عادة بمحركات ٣ أوجه ذات سرعة واحدة حيث توضع الملفات فى مجـارى هذا المحرك بحيث يكون هنـاك جـانب ملف واحد لكل مجرى حيث يكون عدد الملفات يساوى نصف عدد المجارى ويصـــــمم للعمل على جهدين حيث يتم توصيل الملفات مع بعضها على التوالى توصيلة دلتا للعمل على الجهد المنخفض ـ وللعمل على الجهد العالى يتم توصيل الملفات مع بعضــــها على التوالى توصيلة نجمة ولذلك يجب أن تخرج من المحرك ستة أطراف لتشغيله على جهدين ٠

البــاب السادس

قواعد السلامة على أرضية المنشآت الصناعية :

هناك عدة مقاييس توضع بموجبها تعليمات الأمان وذلك لتلافى وقوع حوادث فى المنشآت الصناعية حيث لا يسمح لأى عامل جديد أن يبدأ العمل حتى يحصل على معلومات كافية عن قواعد الأمن فى المؤسسة أو المصنع الذى سيعمل به بل يجب أن يتدرب العامل على وسائل الأمن هذه ٠

وتختلف هذه القواعد من منشأة الى منشأة صناعية أخرى بل قد تختلف من ورشة الى ورشة أخرى ـ حسب الأعمال الصناعية التى تتم فى كل ورشة ـ ولكن هذه القواعد يجب أن تكون معتمدة من السلطات المحلية المسئولة عن متابعة الأمن الصناعى فى هذه المنشآت ٠

ومع ذلك فان الشروط الواجب توافرها ومراعاتها بغرض الأمن والحماية لا يمكن تغطيتها بتعليمات مكتوبة ، لذلك فانه فى كل مرة ينتقل فيها العامل من مجال الى مجال عمل جديد يجب أن يستمع جيدا للتعليمات التى تلقن له عن طريق رئيسه المباشر ٠

والمخاطر الرئيسية على أرضية المنشآت الصناعية قد تحدث نتيجة لعدم وجود اشارات للمرور بين الورش وبعضها حيث يجب ألا توجد أى خنادق محفورة ومكشوفة بدون الاشارة اليها بعلامات واضحة سواء كانت هذه الحفرات خاصة بالتليفونات أو كابلات الكهرباء أو مواسير الصرف الصحى أو غيرها من وسائل الخدمات ٠

وكل المؤسسات تقيم حواجز ومركز للرصد والمراقبة عند تقاطعات أى ممرات أو تقاطعات السكك الحديدية التى قد توجد داخل المنشأة الصناعية بغرض الشحن والتفريغ .

كما يجب أن تزود هذه الممرات والتقاطعات بأجهزة التحذير كالاشارات المضيئة أو الاشارات المسموعة كما يجب أن تضاء كل المساحات المفتوحة والطرق خلال الليل طالما أن المنشآت يوجد فيها عمل فى هذا الوقت .

ومع كل هذا فانه على العامل فى المنشأة أن يراعى قواعد الأمن ويتبع التعليمات .

تعليمات الأمان فى ورش اللف :

يعمل عمال اللف فى ورش اللف التى تكون عادة مقسمة الى أقسام مختلفة حسب العمليات التى تؤدى فى كل قسم ـ مثل قسم لف الملفات ـ قسم تشكيل الملفات من القضبان ـ قسم وضع الملفات فى مجاريها الخاصة ـ قسم تشغيل الملفات ـ قسم توصيل الملفات ولحامها وقسم الاختبارات الكهربية .

وأنه من الواضح أن جميع هذه العمليات يجب أن تؤدى مع مراعاة قواعد الأمن الصناعى وذلك لتفادى وقوع الحوادث .

١ ـ يجب ألا يسمح لأى عامل أن يعمل كملاحظ على ماكينات اللف أو ماكينات ربط السلك على أعضاء الاستنتاج بدون أن يؤدى فترة تدريب كافية يكتسب خلالها المهارة الكافية فى تشغيل هذه الماكينات .

٢ ـ يجب أن تغطى كل الأجزاء الدوارة مثل الطنابير ـ صناديق التروس ـ أحجار الجلخ بغطاء واقى .

٣ ـ المرأة العاملة التى تعمل على الماكينات المذكورة يجب أن تغطى شعرها لأنه اذا ترك شعرها على حريته فمن الممكن أن تمسك به الأجزاء الدوارة وتسبب خطرا جسيما للعاملة .

٤ ـ يجب أن نحافظ على الأصابع بعناية فائقة عند لف الملفات ولف أسلاك الربط حتى لا تقع الأصابع تحت هذه الأسلاك ٠

٥ ـ العامل الذى يعمل على ماكينة لف سريعة لانتاج الملفات من السلك الرفيع يجب عليه أن يعمل دائما من خلف عازل الأمان أو أن يلبس نظارة وقاية لأنه اذا قطع السلك فيمكن أن يندفع الى الخلف ويسبب أذى للعامل ـ لذلك فان التعليمات تحظر تماما ازالة عازل الآمان عند تشغيل الآلة ٠

٦ ـ عند وضع عضو الاستنتاج لربطه بالسلك يجب أن نضعه بعناية بين الزنبتين ويربط الغراب المتحرك بأحكام والا فان الشد العالى فى سلك الرباط يؤدى الى جذب عضو الاستنتاج من الزنبتين وينتج عن ذلك سقوطه على أرجل العامل ٠

٧ ـ يجب على العمال أن يأخذوا فى اعتبارهم أن تكون ملابسهم بعيدة عن الأجزاء الدوارة خصوصا كلابات المخرطة (لاحكام الاتصال بين عامود ادارة غراب الرأس والشغلة) والصينية الخاصة بالمخرطة كما يجب أن تربط أساور الأكمام بأربطة حتى لا تصبح غير محكمة (سيبة) ٠

٨ ـ عند وضع الملفات فى المجارى يجب أن توضع الأدوات بطريقة مناسبة ويجب أن نحافظ على الأصابع بحيث تكون بعيدة عن طرق الشواكيش عند استعمالها ٠

٩ ـ قواعد العمل على المقصات ذات الروافع والمستخدمة فى قطع المواد العازلة وخاصة أجزاء العزل الدقيقة ذات الحجم الصغير هى :

(أ) يجب تحريك الشغلة الى الأمام ٠

(ب) يجب أن تظل الشغلة ممسوكة دائما لأسفل بواسطة لوح التثبيت الذى يعمل بواسطة بدال أى عن طريق دواسة تشغل بالقدم وليس باليد ، لأن استعمال اليد قد يؤدى الى قطع الأصابع ٠

١٠ — يجب تزييت مسامير الارتكاز جيدا والخاصة بالحوامل من النوع ذو الوسادة الدوارة والتى يثبت عليها عضو الاستنتاج أثناء وضع الملفات فى المجارى وذلك حتى نسمح لعضو الاستنتاج أن يدار بسهولة لأنه اذا كانت المحاور الدوارة ممسكة (مشحوطة) فانه عند ادارة عضو الاستنتاج يمكن أن يخرج من محاور الارتكاز ويسقط على الأرجل ٠

تعليمات الأمان فى عمليات اللحام :

١ — تتطلب عمليات اللحام عناية خاصة حيث يجب حفظ الأيدى بعيدا عن طريق كاويات اللحام الساخنة ٠

٢ — عند تنفيذ اللحام يلزم عادة استخدام هوايات أو شفاطات لسحب الغازات والأبخرة الضارة التى تتصاعد أثناء العمل ٠

٣ — يعتبر الرصاص ومركباته مواد سامة لذلك يجب أن يؤخذ فى الاعتبار العناية الخاصة عند اللحام بسبائك الرصاص ٠

٤ — عند استخدام لمبات اللحام التى تعمل بالمنتجات البترولية (بورى اللحام) يجب حفظها فى ظروف جيدة حيث يجب أن يؤخذ فى الحسبان عدم انتشار اللهب حتى لا يؤدى ذلك الى حدوث حريق ٠

٥ — طفايات الحريق والصناديق المملوءة بالرمل يجب أن تكون قريبة لليدفى الآماكن التى تجرى فيها أعمال اللحات ٠

٦ ـ عند اللحام بالمعدات التى تنتج قوس كهربى (المحول أو مجموعة محرك مولد) يجب على العامل أن يستخدم نظارات اللحام الواقية حيث أن النظر ولو لفترة وجيزة الى القوس الكهربى يسبب متاعب للعين لا تشفى منها الا بعد فترة من الوقت ـ كما يجب على العامل أن يلبس قفازات مناسبة ·

تعليمات الأمان فى عمليات التشريب :

يجب مراعاة عدة شروط هامة عند العمل فى أقسام التشريب والورنشة فى ورش اللف وهذه الشروط تشمل :ـ

١ ـ مقاييس خاصة بالحماية الصحية ومنع حدوث الحرائق ·

٢ ـ يجب اجراء عمليات الخلط والتجفيف للورنيش بحيث تكون مطابقة تماما للتعليمات الخاصة بهذه العمليات ·

٣ ـ يجب على العمال أن يلاحظوا كل المقاييس الخاصة بالصحة الشخصية عند العمل فى المذيبات من النوع الملهب (المهيج) ·

٤ ـ غسل اليدين دائما بالبترول (البنزين أو الكيروسين) يجفف الجلد ويجعله عرضة للاصابة بالأمراض الجلدية ، لذلك لا يجب غسل اليدين بمنتجات البترول ولكن تغسل اليدين فى حوض تجرى فيه المياه الساخنة المعدة للغسيل مع استخدام الصابون أيضا ٠

٥ ـ رغم أن كميات كبيرة من السوائل الغير قابلة للاشتعال تستعمل فى ورش التشريب الا أنها توجد أيضا مخاطر حدوث الحريق حيث أن أى لهب سواء من عود ثقاب أو قوس كهربى صغير (شرارة كهربية) ربما يسبب حريق أو انفجار ولا يسمح بالتدخين مطلقا فى أقسام التشريب ·

٦ ـ عند تمديد أسلاك للانارة أو غيرها يجب اتباع التعليمات المنظمة لذلك حيث تركب مفاتيح الاضاءة خارج هذه الأماكن حيث أن عملية قفل أو فتح الدائرة الكهربية قد تحدث شرارة يكون من الخطر حدوثها فى هذه الأماكن •

٧ ـ يجب آن تكون هذه الاماكن مجهزة بالاشياء الاساسية اللازمة للتعامل مع الحريق •

٨ ـ أقسام التشريب والورش تحتاج الى تركيبات خاصة لاخراج الغازات والتهوية حتى لا تتراكم أبخرة ضارة فى الجو وحتى لا ترتفع نسبة هذه الغازات مما قد يخلق خطر الانفجار بالاضافة بكونها ضارة بالصحة •

الأمان فى أقسام الاختبارات الكهربية :

جميع الاختبارات الكهربية يجب أن تجرى فى مكان مفتوح يسمى بساحة اختبار •

ويسمح فقط للاشخاص القائمين بالاختبار بدخول محطة الاختبار كما يجب تزويد ساحة الاختبار بلمبات اثارة للتحذير من وجود جهد عالى أو باستعمال تعليمات مكتوبة مثل (احذر هنا جهد عالى) •

وعموما يجب أن تزود أقسام اللف باضاءة على مستوى عال وتزود بتركيبات خاصة لتثبيت الاضاءة العامة والاضاءة المحلية فى الاقسام المختلفة ، وجميع اللمبات اليدوية يجب أن تزود بحاجز معدنى للحماية •

المخاطر الكهربية

الحوادث فى التركيبات الكهربائية قد يكون أحد أسبابها هو :

١ ـ اذا لامس شخص سلك فيه كهرباء (حى) أو أجزاء حاملة للتيار ٠

٢ ـ اذا لامس شخص السياج المعدنى (الاطار ـ الهيكل ـ الشاسيه) لمختلف الأجهزة الكهربية والتى قد يكون بها تماس أرضى ٠

٣ ـ اذا ما حدثت شرارة أو قوس كهربى نتيجة لخطأ معين وزادت سخونة بعض الاجزاء من الاجهزة الكهربية ٠

الصدمة الكهربية :

تحدث الصدمة الكهربية للانسان اذا كون جزء من الدائرة الكهربية فيدخل التيار من نقطة بجسمه ويخرج من نقطة أخرى مارا به شأنه فى ذلك شأن أى موصل كهربى ٠

وتحدث الصدمة باحدى الطرق الآتيه : ـ

١ ـ اذا لامس الشخص طرفى الدائرة ٠

٢ ـ اذا لامس الشخص طرف من أطراف الدائرة الكهربية والأرض ٠

أما اذا استعمل المعدات الواقية فانه لن يشعر بالصدمة الكهربائية حيث أن الدائرة لن تستكمل ٠

ولحماية العمال من الصدمة الكهربية يجب عليهم أن يرتدوا المعدات الواقية والتى تشتمل على قفازات مطاطية مخصوصة وأحذية ذات نعال مطاط ومقدمتها من مادة صلبة وفرش عازل أو حامل ذو أرضية معزولة ـ ويجب أن تختبر هذه المساعدات كل فترة لقياس مقاومتها للجهود العالية ٠

النظم المجدية في العمل على زيادة قدرة الانتاج :

الانتاجية :

تعرف الانتاجية بأنها النسبة بين المنتج والمستخدم أى النسبة بين الغلة المنتجة من استخدام موارد معينة • وهذه الموارد من الارض والمواد ومبانى المصنع والآلات والمعدات بالاضافة الى خدمات الانسان •

وفى بعض الأحيان نجد أن الانتاجية فى مصنع ما قد زادت والأسباب التى تؤدى الى ذلك هو الزيادة فى انتاجية العمال وهذا ناشىء من التخطيط الجيد للعمل الذى تقوم به الادارة أو تركيب آلات جديدة أو زيادة المهارة من ناحية العمال أو راجعة الى تحسين الرسومات والتصميمات وما شابه ذلك •

والنتيجة أن الانتاجية المرتفعة تعنى امكان زيادة ما هو منتج باستخدام نفس الموارد أى بنفس التكلفة فىشكل قرض ومواد وآلات وزمن أو عمال والانتاجية المرتفعة تخلق فرص لرفع مستويات المعيشة بما تتضمنه بما يأتى :

(أ) كميات كبيرة من البضائع الاستهلاكية والبضائع الانتاجية بتكلفة أقل وأسعار منخفضة •

(ب) ارتفاع الايرادات الحقيقية •

(ج) التحسينات فى ظروف العمل والمعيشة بما فيها من ساعات عمل قليلة •

(د)واجمالا تقوية الأساسات الاقتصادية للرفاهية الانسانية •

وفى المؤسسات يقع على الادارة عبء موازنة استقدام وتنسيق جهود الأفراد فى التنظيم لتحقيق أحسن النتائج المنتظرة .

واذا ما فشلت الادارة فى اتخاذ الاجراءات الضرورية بأيجاد هذا التوازن فان المشروع قد يفشل فى نهاية الأمر .

وهناك مؤسسات تستورد نسبة كبيرة من الخامات الأساسية وتدفع ثمنها بعمولات أجنبية نادرة واننا نستطيع أن نحقق الوفر فى المواد بطريقة مباشرة أو غير مباشرة باستخدام الوسائل الآتية :

(أ) فى مرحلة الرسم أو وضع المواصفات ضمان أن الرسم التصميم للسلعة يمكن من صناعتها بأقل استخدام ممكن من المواد اذا كانت نادرة أو غالية الثمن .

(ب) بضمان أن المبانى الصناعية والأجهزة المحدد شراؤها هى أكثر وفرا فى استهلاك المواد فى العمليات لكل مستوى من مستويات الأداء .

(جـ) فى مرحلة العمليات أو التشغيل وذلك على النحو التالى :

١ ـ بضمان أن العملية المستخدمة هى العملية الواجب القيام بها .

٢ ـ بضمان أن العملية المطلوبة هى التى يجب تشغيلها بطريقة سليمة .

٣ ـ بضمان أن العمال يعدوا ويدربوا بطريقة ملائمة ويوجهوا بطريقة لا تؤدى الى أعمال تالفة لا يمكن قبولها وبذلك تؤدى الى خسارة فى استخدام المواد .

(د) بضمان المناولة الملائمة والتخزين الجيد للخامات والمواد فى جميع المراحل من الخام الى مرحلة المنتجات الجاهزة .

على أن نســـتبعد جميع المنــاولات غير الضرورية أو الحركات الغير لازمة بالاضافة الى تغلفة المواد بطريقة تحفظ السلعة ولا تعرضــها للتلف فى النقل الى المســتهلك كــل ذلك يؤدى الى تحفيض سعر تكلفة الانتاج وتقليل الفقد غير الانتاجى •

الاستخدام الصحيح للعمل والمعدات :

تتطلب معظم الاجهزة الآليــة الكشــف الروتينى عليهــا وتعديلها وتشحيمها حتى تشتعل بطريقة سليمة وفعالة • هذا فضلا عن ضرورة اجراء الاصلاحات الناشئة عن تعطــل الآلات بسبب تلف بعض الاجزاء أو احتراقها • وتسمى هذه العملية بصيانة الآلات وتتولى جميع أنواع الصيانة فى المصنع ادارة أو قسم معين مزود بالفنيين وبالأجهزة اللازمة • ومن مهام هذا القسم الكشف عن الأجهزة التى تتولى تزويد المصنع بخدماته وأجهزة التدفئة والتهوية والاضاءة والقوى المحركة والمصاعد واجراء الاصلاحات اللازمة •

ويجب استخدام الرسم أو التصميم للسلعة بحيث يمكن من صناعتها بأقل استخدام ممكن من المواد •

الاضاءة الصناعية أو الاضاءة الصحيحة لمكان شــــــغل عامل اللف :

١ ـ الاضاءة الصناعية تساعد على اعداد مكان عمل أمين وعلى أداء العمليات وعلى المحــافظة على ســلامة نظر العمــال ونشاطها • والمعروف أن الكفاية الانتاجية للعامل تتوقف على السرعة التى يرى بها وعلى الدقة فى تمييز الأشياء التى يراها وعلى ذلك نجد أن نظام الاضاءة الحسن التخطيط يسهم بقسط كبير فى زيادة الكفاية الانتاجية للعامل بأقل اجهاد مع المحافظة على سلامته الشخصية •

غير أن بعض القادة فى ميدان الصناعة يقولون بأن جزء من الفوائد الآتية يمكن ارجاعه الى الاضاءة الجيدة :

١ ـ زيادة الانتاج وتخفيض التكاليف •

٢ ـ ارتفاع مستوى الدقة وما يترتب عليه من تحسين جودة السلعة •

٣ ـ تحسين العناية بنظافة المصنع والمحافظة عليه •

٤ ـ الافادة من حيز الطبقات بطريقة مجدية •

٥ ـ السهولة الكبيرة فى الرؤيا التى تساعد على اطالة الفترة الانتاجية لكبار السن من العمال وتقليل الاجهاد البصرى بجميع العمال •

٦ ـ سهولة اتمام عمليات الاشراف •

٧ ـ تحسين الروح المعنوية بين العمال •

٨ ـ تقليل دورة العمل بين العمال المشتغلين •

٩ ـ تقليل كمية الأعمال التالفة وما يترتب عليها من اعادة العمل •

مميزات الاضاءة الجيدة :

أن مستويات الاضاءة العالية تساعد فى حد ذاتها على توفير ظروف من الرؤيا الجيدة • بل توجد هناك مميزات أخرى تؤثر فى قدرتها على الابصار وبعض المميزات مقترنة بالمظهر المادى للعمل ومكان العمل بينما البعض الآخر يتصل اتصال وثيق بالعامل كالاجهاد والفترة الزمنية لرد الفعل الذى يشغل به العامل نتيجة لظروف عمله •

• • هناك عدة مظاهر للضوء يجب أخذها فى الاعتبار حين تحديد نظام الاضاءة الجيد :

١ ـ تفادى الوهج الناشىء عن الضوء يجب ضرورة مراعاة أن تكون الأشياء خالية من الوهج وقد يحدث الوهج

نتيجة شدة الاضاءة أو نتيجة انعكاس الضوء على الأجسام اللامعة ٠

٢ ـ تفادى التمايزات الحادة لكى يستطيع العامل رؤية الشيء بسهولة فيجب أن يختلف كل جزء عن الآخر فى اللمعان ، كما يختلف عن الوسط المحيط به ٠ يجب أن يظهر هذا التمايز بين الشيء والوسط المحيط به ولكن الى درجة لا تحدث تمايزا حادا ٠ واذا كان وسط الضوء يحدث تمايزا رديئا فيمكن تحسين هذا الوضع برفع مستوى الاضاءة ٠

٣ ـ اللمعان : ان الكمية التى تشع من الشيء تتوقف على كمية الضوء المنعكسة منها الى العين وكمية اللمعان اللازمة للرؤية الجيدة تكون أضعاف الكمية اللازمة للتمييز بين الأشياء فقط ٠ وان كان تغيير اللمعان من المظاهر الهامة باعتباره العامل الوحيد الذى يمكن أن نتحكم فى دقته ٠

٤ ـ توزيع الضوء والظلال وانتشاره : ان التوزيع المتزن للاضاءة من المسائل المرغوب فى تحقيقها فى المناطق الداخلية للمصنع لأنه يسمح بايجاد المرونة فى التخطيط ويعاون فى احداث لمعان موحد نسبيا ٠ والاضاءة المتقطعة التى يحدث فيها مناطق مضاءة وأخرى معتمة غير مرغوب فى وجودها فى الوسط الداخلى للمصنع ، وهذا يحدث نتيجة توزيع وحدات الضوء متباعدة كثيرا عن بعضها البعض وبذلك تحدث تمايزا فى اللمعان ٠

٥ ـ اللون : يعتبر اللون من العوامل الهامة فى الاضاءة الجيدة والرؤية الجيدة وعلاوة على أن اللون يحسن من المظهر فانه يضيف الى انعكاسات الأسطح وبذلك يزيد من الافادة من الضوء الموجود والمعروف أن الأسطح والحوائط الخفيفة اللون تعكس ضوءا أكثر من الألوان القاتمة ٠

٦ ـ مصدر الضوء : قد يكون الضوء اما طبيعى أو صناعى ويسبب الضوء الطبيعى عدة مشاكل عند استخدامه ومعظم المؤسسات الصناعية تعتمد على الاضاءة الصناعية كلية ، وتستخدم عدة لمبات للأغراض الصناعية تتفاوت من حيث تكاليفها ولون الضوء وشدته ومدى انتشاره وطول فترة استعماله ، ويحدث فى بعض المصانع أن تقوم بتركيب لمبات من أنواع مختلفة على أساس أن اللمبات التى تركب فى السقف للاضاءة العامة والتى تركب محليا هى لرفع مستوى الاضاءة عند نقطة معينة مثال ذلك ورشة اللف .

ويجب على ادارة المصنع أن تقوم بوضع نظام لصيانة أدوات الاضاءة اذا أرادت أن تحصل على اضاءة جيدة ويتطلب ذلك ضرورة تنظيف اللمبات وعاكسات الضوء والنوافذ من الأتربة وما قد يعلق بها .

وان استخدام المواصفات الفنية القياسية من الخامة المنتجة يساعد بكثير على رفع قدرة الانتاج فى العمل .

المواصفات القياسية للموصلات :

فيما يلى المواصفات القياسية للموصلات الكهربائية النحاسية المخمرة والألومنيوم ٣/٤ ناشف المستعمل فى نقل القوى الكهربائية .

جدول رقم ١

الخـاصيه	الألومنيوم ٪٣/٤ ناشف	النحاس المخمر
الكثافة عند درجة ٢٠°م جرام/سم٣	٢ر٧	٨ر٨٩
درجة الانصهار ٥م	٦٦٠	١٠٨٣
الحرارة النوعية كالورى/جم	٠ر٢٢	٠ر٩٢١
الحرارة الكامنة	٠ر٥٢	٠ر٩٢٣
المقاومة الكهربائية أوم مم٢/متر عند ٢٠°م	٠ر٠٢٨٥٧	٠ر٠١٧٢٤
المعامل الحرارى للمقاومة الكهربائية عند ٢٠°م	٠ر٠٠٤٢٩	٠ر٠٠٣٩٣
معامل المرونة كجم / مم ٢	٦٥٠٠	١٢٠٠٠
جهد القطع كجم / مم ٢	١٢ — ١٥	٢٢ — ٢٨

الأسلاك والكابلات العاريه :

تستعمل الأسلاك والكابلات العارية لنقل القدرة والقوى الكهربائية وتستخدم مشـدودة بين الأعمدة مما يسـتلزم أن تكون ذات قوة شد عاليه ولذا تكون جميع هذه الأسلاك بدون تخمير ٠

والمعروف أن الأسلاك المصمتة صـعبة الثنى عند التداول والاستخدام الا بالنسبة للمقاسات الصغيرة حيث أنها تتكون من سلك مفرد من النحاس للمقاسات لغاية ١٠ مم٢ وكابل مجدول للمقاسات أكبر من ذلك ٠

وفى حالة الألومنيوم فمن المعتاد استخدام أسلاك مجدولة من مقاس ٧ مم٢ فما فوق حتى ٥٠ مم٢ بدون قلب صلب أما اذا زاد عن ٥٠ مم٢ فيستخدم قلب صلب ٠

ونظرا لقلة شد السلك الألومنيوم فمن المعتاد عدم استخدام الموصلات الألومنيوم للشد بين الأعمدة لمسافات طويلة الا اذا كانت مقواة بقلب من الصلب ٠

وفى التوصيلات البسيطة للضغط المنخفض (الواطى) ذات المسافات المتقاربة بين الأعمدة تستخدم الكابلات الألومنيوم العادية بدون القلب الصلب ٠

الأسلاك النحاسية العارية المصمتة للتوصيلات الهوائية

جدول رقم ٢

المقطع الاسمى	المقطع النظرى	قطر الموصل	وزن الموصل	قوة الشد عند القطع	الحد الأعلى للمقاومة
مم^2	مم^2	مم	كجم / كم	كجم	أوم / كم
٢ر٥	٢ر٥٤٤٧	١ر٨	٢٢ر٦٨	١١٣	٧ر٠١٧٠
٣ر٥	٣ر٤٦٣٦	٢ر١٠	٣٠ر٨٧	١٤٥	٥ر١٥٦٠
٤	٣ر٩٧٦١	٢ر٢٥	٣٥ر٤٤	١٧٥	٤ر٤٩١٠
٦	٦ر١٥٧٥	٢ر٨٠	٥٤ر٨٨	٢٦٥	٢ر٩٠٠٠
١٠	١٠ر١٧٩٠	٣ر٦٠	٩٠ر٧٢	٤٢٧	١ر٧٥٤٠
١٦	١٥ر٩٠٤٠	٤ر٥٠	١٤١ر٧٥	٦٣٦	١ر١٢٣٠
٢٥	٢٨ر٢٧٤٠	٦ر٠٠	٢٥٢ر٠٠	١٠٥٠	٠ر٦٣٢٠
٣٥	٣٨ر٤٨٤٠	٧ر٠٠	٣٤٣ر٠٠	١٤٢٤	٠ر٤٦٤٠
٥٠	٥٠ر٢٦٥٠	٨ر٠٠	٤٤٨ر٠٠	١٨٦٠	٠ر٣٥٥٣
٧٥	٧٨ر٥٤٠٠	١٠ر٠٠	٧٠٠ر٠٠	٢٩٠٦	٠ر٢٢٧٤

طراز ٧٥٠ ك م

(٧٥٠ فولت كابل محركات)

الاستعمال :

للتوصيلات الكهربائية المرنة بالورش والمصانع لتيار ٧٥٠ فولت مثل توصيل المحركات والمولدات الكهربائية ٠

المواصفات :

(أ) موصل من مجموعة شعيرات من النحاس الكهربائى المخمر المقصدر أو الألومنيوم .

(ب) معزول بطبقة من المطاط المكبرت .

(جـ) موصلين أو أكثر مجدولين معا .

(د) غلاف من المطاط المكبرت .

جدول رقم ٣

المقطع	نوع الموصل	تكوين الموصل	سمك العزل	سمك الغلاف	القطر الخارجى	الوزن الكلى
مم٢		مم	مم	مم	مم	كجم/كم
٢ × ٢	نحاس	٠ر٣٠ × ٢٧	١	١ر٦	١٠ر٩٠	١٨٢
٢ × ٣		٠ر٣٠ × ٢٧	١	١ر٦	١١ر٥٠	٢١٢
٢ × ٤		٠ر٣٠ × ٢٧	١	١ر٦	١٢ر٥٠	٢٥٢
٣ × ٢		٠ر٣٠ × ٤٥	١	١ر٦	١٢ر٥٠	٢٤٧
٣ × ٣		٠ر٣٠ × ٤٥	١	١ر٦	١٣ر٢٠	٢٩٤
٣ × ٤		٠ر٣٠ × ٤٥	١	١ر٦	١٤ر٤٠	٣٥٣
٥ × ٢		٠ر٣٠ × ٧٥	١ر١	١ر٦	١٣ر٨٠	٣٢٢
٥ × ٣		٠ر٣٠ × ٧٥	١ر١	١ر٦	١٤ر٦٢	٣٩٠
٥ × ٤		٠ر٣٠ × ٧٥	١ر١	١ر٦	١٦ر٠٠	٤٧٤
١٠ × ٢		٠ر٣٠ × ١٤٤	١ر٢	١ر٦	١٨ر٤٠	٥٤٤
١٠ × ٣		٠ر٣٠ × ١٤٤	١ر٢	١ر٦	١٩ر٥٧	٦٥٩
١٠ × ٤		٠ر٣٠ × ١٤٤	١ر٢	١ر٦	٢١ر٥٥	٨٠٥
٨ × ٢	ألومنيوم	٠ر٤٠ × ٦١	١ر٢	١ر٦	١٥ر٢٠	٢٩٥
٨ × ٣		٠ر٤٠ × ٦١	١ر٢	١ر٦	١٦ر٣٠	٣٣٦
٨ × ٤		٠ر٤٠ × ٦١	١ر٢	١ر٦	١٧ر٧٠	٣٩٧
١٦ × ٢		٠ر٤٠ × ١٢٦	١ر٢	١ر٩	١٩ر٠٠	٤٩٤
١٦ × ٣		٠ر٤٠ × ١٢٦	١ر٢	١ر٩	٢٠ر١٧	٥٢٨
١٦ × ٤		٠ر٤٠ × ١٢٦	١ر٢	١ر٩	٢٢ر١٥	٦٠٧

أسلاك البوبيناج المعزولة بالقطن

الاستعمال :

فى لف بوبينات المحركات الكهربائية وآلات توليد الكهرباء (الدينوموهات)

المواصفات :

(أ) موصل من النحاس الكهربائى المخمر .
(ب) طبقتين منتظمتين من خيوط القطن فوق الموصل

جدول رقم ٤

قطر السلك مم	القطر الخارجى مم	المقاومة عند درجة حرارة ٢٠° أوم / كم	وزن اللفة فى المتوسط كجم
٠ر٣	٠ر٥٠٠	٢٤٣ر٩٠٠	٥
٠ر٤	٠ر٦٠٠	١٣٧ر٢٠٠	٥
٠ر٥	٠ر٧٠٠	٨٧ر٨١٠	٥
٠ر٦	٠ر٨٠٠	٦٠ر٩٨٠	٥
٠ر٧	٠ر٩٢٥	٤٤ر٨٠٠	٥
٠ر٨	١ر٠٢٥	٣٤ر٣٠٠	٥
٠ر٩	١ر١٢٥	٢٧ر١٠٠	١٠
١ر٠	١ر٢٢٥	٢١ر٩٥٠	١٠
١ر١	١ر٣٢٥	١٨ر١٤٢	١٠
١ر٢	١ر٤٢٥	١٥ر٢٤٥	١٠
١ر٣	١ر٥٢٥	١٢ر٤٩٠	١٠
١ر٤	١ر٦٥٠	١١ر٢٠٠	١٠
١ر٥	١ر٧٥٠	٩ر٧٥٧	١٠
١ر٦	١ر٨٥٠	٨ر٥٧٥	١٠
١ر٧	١ر٩٥٠	٧ر٥٩٦	١٠
١ر٨	٢ر٠٥٠	٦ر٧٧٥	١٠
١ر٩	٢ر١١٥	٦ر٠٨١	١٠
٢ر٠	٢ر٣٠٠	٥ر٤٨٨	١٠
٢ر١	٢ر٤٠٠	٤ر٩٧٨	٢٥
٢ر٢	٢ر٥٠٠	٤ر٥٣٦	٢٥
٢ر٣	٢ر٦٠٠	٤ر١٥٠	٢٥
٢ر٤	٢ر٧٠٠	٣ر٨١١	٢٥
٢ر٥	٢ر٨٠٠	٣ر٥١٢	٢٥

تابع جدول رقم ٤

قطر السلك	القطر الخارجي	المقاومة عند درجة حراره ٢٠م	وزن اللفة فى المتوسط
مم	مم	اوم / كم	كجم
٢ر٦	١ر١٠٠	٣ر٢٤٧	١٥
٢ر٧	١ر٠٠٠	٣ر٠١١	١٥
٢ر٨	١ر١٠٠	٢ر٨٠٠	١٥
٢ر٩	١ر١٠٠	٢ر٦١٠	١٥
٣ر٠	١ر٢٠٠	٢ر٤٢٩	١٥
٣ر١	٣ر٤٠٠	٢ر٢٨٤	١٥
٣ر٢	٣ر٥٠٠	٢ر١٢٤	٢٥
٣ر٣	٣ر٦٠٠	٢ر٠١٦	٢٥
٣ر٤	٣ر٧٠٠	١ر٨٩٩	٢٥
٣ر٥	٣ر٨٠٠	١ر٧٦٢	٢٥
٣ر٦	٣ر٩٠٠	١ر٦٩٤	٢٥
٣ر٧	٤ر٠٠٠	١ر٦٠٤	٢٥
٣ر٨	٤ر١٠٠	١ر٥٢٠	٢٥
٣ر٩	٤ر٢٠٠	١ر٤٤٣	٢٥
٤ر ـ	٤ر٣٠٠	١ر٣٧٢	٢٥
٥ر ـ	٥ر٣٠٠	٠ر٨٧٨	

أسلاك المحولات المعزولة بالورق (الأسلاك المستديرة)

المواصفات :

(أ) موصل من النحاس الكهربائى المخمر •

(ب) عازل من ورق ٤٥ جم/ متر٢ وورقتين أحدهما فى عكس اتجاه الأخرى •

جدول رقم ٥

مقاس الموصل	سمك العزل	القطر بعد العزل	الوزن الكلى
مم	مم	مم	كجم / كم
٠ر٦	٠ر١٣	١ر١٦	٦ر٢٥٠
١ر٢	٠ر١٣	١ر٤٦	١٠ر٥٧٠
١ر٣	٠ر١٣	١ر٥٦	١٢ر٥٠٠
١ر٧	٠ر١٣	١ر٩٦	٢٠ر٨٥٠
١ر٨	٠ر١٣	٢ر٠٦	٢٣ر٤٠٠
١ر٩	٠ر١٣	٢ر١٦	٢٦ر٠١٠
٢ر٣	٠ر١٣	٢ر٥٦	٣٧ر٨٥٠

الاستعمال فى لف المحولات الكهربائية وبعض المحركات

أسلاك المحولات المعزولة بالورق (الأسلاك المبططة)

المواصفات :

(أ) موصل من النحاس الكهربائى المدرفل المخمر •

(ب) عازل من ورق ٤٥ جم / متر ٢ ورقتين أو أربع كل منهما عكس اتجاه الأخرى •

جدول رقم ٦

مقاس السلك	سمك العزل	مقاس الموصل بعد العزل	الوزن الكلى
مم	مم	مم	كجم / كم
٢ر٤ × ٠ر٩	٠ر١٥	٤ر٥ × ١ر٢	٣٤ر٧٥
٢ر٤ × ٠ر٩	٠ر٢٠	٤ر٨ × ١ر٥	٣٥ر٨٥
٥ر٠٠ × ١ر٢	٠ر١٥	٥ر٣ × ١ر٥	٥٤ر٧٥
٥ر٠٠ × ١ر٢	٠ر٣٠	٥ر٦ × ١ر٨	٥٦ر١٠
٦ر٠٠ × ١ر٨	٠ر٢٠	٦ر١ × ٢ر٢	١١٦ر٤٣
٦ر٠٠ × ٢ر٦	٠ر٢٠	٦ر٤ × ٣ر٠	١٤١ر٦٠
٦ر٠٠ × ٢ر٦	٠ر٣٠	٦ر٦ × ٣ر٢	١٤٢ر٥٢
٨ر٠٠ × ٣ر٨	٠ر٢٠	٨ر٤ × ٤ر٢	٢٧٤ر٤٢
١٠ر٠٠ × ٥ر٥	٠ر٢٠	١٠ر٦ × ٦ر١	٤١٦ر٢٠
١١ر٠٠ × ٥ر٥	٠ر٣٠	١١ر٦ × ٦ر١	٥٤٥ر٦٣
١١ر٠٠ × ٧ر٠٠	٠ر٣٠	١١ر٦ × ٧ر٦	٦٩٣ر٠٠٠
١٢ر٠٠ × ٧ر٠	٠ر٣٠	١٢ر٦ × ٧ر٦	٧٥٥ر٨١

الاستعمال : فى لف المحولات الكهربائية •

جدول الأسلاك النحاس المستخدمة فى لف المحركات والمولدات والمحولات الكهربية

القطر «مم»	مساحة المقطع «مم٢»	الوزن كجم / كم	المقاومة أوم/كم	ملاحظات
ر٠٥	ر٠٠١٩٦	ر٠١٧٤٦	٩١٠٠	
ر٠٦	ر٠٠٢٨٣	ر٠٢٥٢	٦٣١٠	
ر٠٧	ر٠٠٣٨٥	ر٠٣٤٢	٤٦٤٠	
ر٠٨	ر٠٠٥٠٣	ر٠٤٤٧	٣٥٥٠	
ر٠٩	٠٠٦٣٦	ر٠٥٦٦	٢٨١٠	
ر١٠	ر٠٠٧١٥	ر٠٦٩٨	٢٢٧٠	
ر١١	ر٠٩٥٠	ر٠٨٤٥	١٨١٣	
ر١٢	ر٠١١٣١	ر١٠٠٥	١٥٢٤	
ر١٣	ر٠١٧٦٧	ر١١٨٠	١٢٩٦	
ر١٩	ر٠١٥٣٩	ر١٣٦٨	١١١٨	
ر١٥	ر٠١٧٦٧	ر١٥٧١	٧٩٤	
ر١٦	ر٢٠١	ر١٧٨٨	٨٥٦	
ر١٧	ر٠٢٢٧	ر٢٠٢	٧٥٨	
ر١٨	ر٠٢٥٥	ر٢٢٦	٦٧٤	
ر١٩	ر٠٢٨٤	ر٢٥٢	٦٠٦	
ر٢٠	ر٠٣١٤	ر٢٧٩	٥٤٨	
ر٢١	ر٠٣٤٦	ر٧٠٨	٤٩٧	
ر٢٣	ر٠٤١٥	ر٣٦٩	٤١٥	
ر٢٥	ر٠٤٩١	ر٤٣٦	٣٥١	
ر٢٧	ر٠٥٧٣	ر٥٠٩	٣٠٠	
ر٢٩	ر٠٦٦١	ر٥٨٧	٢٦٠	
ر٣١	ر٠٧٥٥	ر٦٧١	٢٢٨	

القطر «مم»	مساحة المقطع «مم٢»	الوزن كجم/كم	المقاومة أوم/كم	ملاحظات
ر٣٣	ر٨٥٥	ر٧٦٠	ر٢٠١	
ر٣٥	٠ر٩٦٢	٠ر٨٥٥	١٧٨ر٨	
ر٣٨	١ر١٣٤	١ر٠٠٨	١٥١ر٨	
ر٤١	٠ر١٣٢٠	١ر١٧٢	١٢٠ر٢	
ر٤٤	ر١٠١١	١ر٢٠١	١١٢ر٢	
ر٤٧	٠ر١٧١٥	١ر٠٤٢	٩٦ر٢	لا
٤٩	٠ر١٨٨٦	١ر١٧١	٩١ر٢	يستخدم
٠ر٥١	٠ر٢٠٤	١ر١١٦	٨٤ر٤	لا
(٠ر٥٢)	٠ر١١١	١ر٦١١	٧٧ر٧	يستخدم
٠ر٥٥	٠ر١٢٨	٢ر١١	٧٢ر٣	لا
٠ر٥٧	٠ر٢٥٥	٢ر١٧	٦٧ر٥	يستخدم
٠ر٥٩	٠ر٢٧٣	٢ر٤٣	٦٣ر٠	
(٠ر٦٢)	٠ر٣٠٢	٢ر٦٨	ر٥٧	
٠ر٦٤	٠ر٣٢٢	٢ر٨٦	٥٣ر٤	
(٠ر٦٧)	٠ر٣٥٣	٣ر١٣	٤٨ر٧	
٠ر٦٩	٠ر٣٧٤	٣ر٣٢	٤٦ر٠	
(٠ر٧٢)	٠ر٤٠٧	٣ر٦٢	٤٢ر٣	
٠ر٧٤	٠ر٤٣	٣ر٨٢	٤٠ر٠	
(٠ر٧٧)	٠ر٤٦٦	٤ر١٤	٣٦ر٩	
٠ر٨٠	٠ر٥٠٣	٤ر٤٧	٣٤ر٢	
(٠ر٨٣)	٠ر٥٤١	٤ر٨١	٣١ر٨	
٠ر٨٦	٠ر٥٨١	٥ر١٦	٣٩ر٦	
(٠ر٩٠)	٠ر٦٣٦	٥ر٦٦	٢٧ر٠	
٠ر٩٣	٠ر٦٧٩	٦ر٠٤	٢٥ر٣	
(٠ر٩٦)	٠ر٧٣٤	٦ر٤٣	٢٣ر٧	
١ر٠٠	٠ر٧٨٥	٦ر٢٨	٢١ر٩	
(١ر٠٤)	٠ر٧٤٩	٧ر٥٥	٢٠ر٠٣	

ما بين الأقواس نادرا ما يستخدم • ويوصى بعدم استخدامه فى التطبيقات •

القطر مم	مساحة المقطع مم٢	الوزن كجم/كم	المقاومة أوم/كم	ملاحظات
١٫٠٨	٠٫٩١٦	٨٫١٤	١٨٫٧٩	
(١٫١٢)	٠٫٩٨٥	٨٫٧٥	١٧٫٤٧	
١٫١٦	١٫٠٥٧	٩٫٤٠	١٦٫٢٨	
(١٫٢٠)	١٫١٣١	١٠٫٠٥	١٥٫٢٢	
١٫٢٥	١٫٢٢٧	١٠٫٩١	١٤٫٠٢	
(١٫٣٠)	١٫٣٢٧	١١٫٨	١٢٫٩٦	
١٫٣٥	١٫٤٣١	١٢٫٧٣	١٢٫٠١	
(١٫٤٠)	١٫٥٣٩	١٣٫٦٩	١١٫١٨	
١٫٤٥	١٫٦٥١	١٤٫٦٨	١٠٫٤١	
(١٫٥٠)	١٫٧٦٧	١٥٫٧١	٩٫٠٤	
١٫٥٦	١٫٩١١	١٦٫٩٩	٩٫—	
(١٫٦٢)	٢٫٠٦	١٨٫٣٢	٨٫٣٦	
١٫٦٨	٢٫٢٢	١٩٫٧١	٧٫٧٥	
(١٫٧٤)	٢٫٣٨	٢١٫١	٧٫٢٣	
١٫٨١	٢٫٥٧	٢٦٫٩	٦٫٧	
(١٫٨٨)	٢٫٧٨	٦٤٫٧	٦٫٢٩	
١٫٩٥	٢٫٩٩	٢٦٫٥	٥٫٧٦	
(٢٫٠٢)	٣٫٢	٢٨٫٥	٥٫٣٨	
٢٫١٠	٣٫٤٦	٣٠٫٨	٤٫٩٧	
٢٫٢٦	٤٫٠١	٣٥٫٧	٤٫٢٩	
٢٫٤٤	٤٫٦٨	٤١٫٦	٣٫٦٨	
٢٫٦٣	٥٫٤٣	٤٨٫٣	٣٫١٧	
٢٫٧٣	٦٫٢٩	٥٥٫٩	٢٫٧٣	
٣٫٠٥	٧٫٣١	٦٥٫٠٠	٢٫٣٥	
٣٫٢٨	٨٫٤٥	٧٥٫١	٢٫٠٤	
٣٫٥٣	٩٫٧٩	٨٧٫٠٧	١٫٧٥٨	
٣٫٨٠	١١٫٣٤	١٠٠٫٨	١٫٨١٥	
٤٫١٠	١٣٫٢	١١٣٫٤	١٫٣٠٣	
٤٫٥٠	١٥٫٩٠	١٤١٫٤	١٫٠٨٢	
٤٫٨٠	١٨٫١٠	١٦٠٫٩	٠٫٩٥١	
٥٫٢٠	٢١٫٢	١٨٨٫٨	٠٫٨١٦	

جدول تيار الحمل الكامل لمحركات التيار ذو الوجه الواحد والثلاث أوجه ·

جدول رقم ٧

قدرة المحرك		شدة التيار (أمبير)		تيار المصهر			
				تقويم عادي		تقويم ستاد دلتا	
ك·وات	حصان	وجه واحد ٢٢٠ فولت	ثلاث أوجه ٣٨٠ فولت	٢٢٠ فولت	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف
٠ر١١٥	٠ر١٧	٠ر٧٠	٠ر٤٠	٢	٢	—	—
٠ر١٨٠	٠ر٢٥	١ر٠٠	٠ر٥٥	٤	٢	—	—
٠ر٢٥٠	٠ر٣١	١ر٤	٠ر٧٤	٤	٢	—	—
٠ر٢٧٠	٠ر٥٠	٢ر٠٠	١ر٠٥	٤	٢	—	—
٠ر٥٥٠	٠ر٧٥	٢ر٨	١ر٤٨	٤	٢	٤	٢
٠ر٨٠٠	١ر٠٠	٣ر٥	٢ر١٠	٦	٤	٤	٤
١ر١٠٠	١ر٥٠	٤ر٣	٢ر٥٠	٦	٤	٦	٤
١ر٥٠٠	٢ر٠٠	٥ر٧	٣ر٣٠	١٠	٦	٦	٦
٢ر٢٠٠	٣ر٠٠	٨ر١	٤ر٧٠	١٥	١٠	١٠	٦
٣ر٠٠٠	٤ر١٠	١١ر٠٠	٦ر٢٠	٢٠	١٠	١٥	١٠
٤ر٠٠٠	٥ر٤٠	١٤ر٥	٨ر٣٠	٢٥	١٥	٢٠	١٠
٥ر٥٠٠	٧ر٥٠	١٩ر٠٠	١١ر٠٠	٣٥	٢٥	٢٥	١٥
٧ر٥٠٠	١٠ر١٠	٢٦ر٠٠	١٥ر٠٠	٣٥	٢٥	٣٥	١٥
١١ر٠٠٠	١٥	٣٨ر٠٠	٢٢ر٠٠	٦٠	٥٠	٥٠	٢٠
١٥ر٠٠٠	٢٠ر٠٠	٥٢ر٠٠	٣٠ر٠٠	٨٠	٦٠	٦٠	٢٥
٢٢ر٠٠٠	٣٠ر٠٠	٧٥ر٠٠	٤٣ر٠٠	١٠٠	٦٠	٨٠	٣٥
٣٠ر٠٠٠	٤٠ر٠٠	١٠٠ر٠٠	٥٨ر٠٠	١٠٠	٨٠	١٠٠	٥٠
٤٨ر٠٠٠	٥٥ر٠٠	١٣٥ر٠٠	٧٧ر٠٠	١٦٠	١٠٠	١٦٠	٦٠
٥٠ر٠٠٠	٦٨ر٠٠	١٧٠ر٠٠	٩٥ر٠٠	٢٠٠	١٠٠	٢٠٠	٨٠
٦٢ر٠٠٠	٨٦ر٠٠	٢١٠ر٠٠	١٢٠ر٠٠	٢٢٥	١٢٥	٢٢٥	١٠٠
٨٠ر٠٠٠	١٠٩ر٠٠	٢٦٠ر٠٠	١٥٠ر٠٠	٣٠٠	١٦٠	٣٠٠	١٢٥
١٠٠ر٠٠٠	١٣٦ر٠٠	٣٢٠ر٠٠	١٨٥ر٠٠	٣٥٠	٢٠٠	٣٥٠	٢٠ —

تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثنائية

الوجه بأربعة أسلاك

القدرة بالحصان	محرك تأثيرى ذو قفص سنجابى وعضو دوار ملفوف أمبير				محرك توافقى معامل قدرة الوحدة أمبير		
	١١٠ ف	٢٢٠ ف	٤٤٠ ف	٥٥٠ ف	٢٢٠ف	٤٤٠ ف	٥٥٠ف
½	٤	٢	١	٠ر٨			
¾	٤ر٨	٢ر٤	١ر٢	١ر_			
١	٦ر٤	٣ر٢	١ر٦	١ر٣			
١½	٨ر٨	٤ر٤	٢ر٢	١ر٨			
٢	١١ر٢	٥ر٦	٢ر٨	٢ر٢			
٣		٨ر٠	٤ر٠	٣ر٢			
٥		١٣	٧	٦			
٧½		١٩	٩	٨			
١٠		٢٤	١٢	١٠			
١٥		٣٤	١٧	١٤			
٢٠		٤٥	٢٣	١٨			
٢٥		٥٥	٢٨	٢٢	٤٧	٢٤	١٩
٣٠		٦٧	٣٤	٢٧	٥٦	٢٩	٢٣
٤٠		٨٨	٤٤	٣٥	٧٥	٣٧	٣١
٥٠		١٠٨	٥٤	٤٣	٩٤	٤٧	٣٨
٦٠		١٢٩	٦٥	٥٢	١١١	٥٦	٤٤
٧٥		١٥٨	٧٩	٦٣	١٤٠	٧٠	٥٧
١٠٠		٢١٢	١٠٦	٨٥	١٨٢	٩٣	٧٤
١٢٥		٢٦٨	١٣٤	١٠٨	٢٢٨	١١٤	٩٣
١٥٠		٣١١	١٥٥	١٢٤		١٣٧	١١٠
٢٠٠		٤١٥	٢٠٨	١٦٦		١٨٢	١٤٥

ملحوظة :

١ - فى المحركات ثنائية الوجه فان قيم تيـار الحمل الـكامل المعطاه على فرض أن المحرك يدور عند السرعة المعتادة .

٢ - اذا كان معامل القـدرة ٠ر٩ أو ٠ر٨ فان القيم المعطـاه يجب أن تضرب فى ١ر١ ، ١ر٢٥ .

تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المستمر

القدرة بالحصان	١١٥ف	٢٣٠ف	٥٥٠ ف	ملاحظات
١/٢	٤ر٦	١ر١	٠٠٠	
١/٤	٦ر١	١ر١	١ر٢	
١	٨ر١	٤ر١	١ر٨	
١ ١/٢	١٢ر٦	٦ر٢	٢ر٦	
٢	١٦ر٤	٨ر٢	٢ر٤	
٣	٢٤	١٢	٥ر٠	
٥	٤٠	٢٠	٨ر٢	
٧ ١/٢	٥٨	٢٩	١٢ر٠	
١٠	٧٦	٣٨	١٦ر٠	
١٥	١١٢	٥٦	٢٣ر٠	
٢٠	١٤٨	٧٤	٣١ر٠	
٢٥	١٨٤	٩٢	٣٨ر٠	
٣٠	٢٢٠	١١٠	٤٦	
٤٠	٢٩٢	١٤٦	٦١	
٥٠	٣٦٠	١٨٠	٧٥	
٦٠	٤٣٠	٢١٥	٩٠	
٧٥	٥٣٦	٢٦٨	١١١	
١٠٠		٣٥٥	١٤٨	
١٢٥		١٤٣	١٤٨	
١٥٠		٥٣٤	٢٢٠	
٢٠٠		٧١٢	٢٩٥	

ملحوظة : هذه القيم لتيـار الحمل الكامل هى المتوسـط لكل السرعات .

السرعات المتزامنة المختلفة

عدد الاقطاب	٥٠ ذبذبة	٢٥ ذبذبة	
٢	٣٠٠٠	١٥٠٠	
٤	١٥٠٠	٧٥٠	
٦	١٠٠٠	٥٠٠	
٨	٧٥٠	٣٧٥	
١٠	٦٠٠	٣٠٠	
١٢	٥٠٠	٢٥٠	
١٤	٤٢٨ر٦	٢١٤ر٣	
١٦	٣٧٥	١٨٧ر٥	
١٨	٣٣٣ر٣	١٦٦ر٦	
٢٠	٣٠٠	١٥٠	
٢٢	٢٧٢ر٦	١٣٦ر٣	
٢٤	٢٥٠	١٢٥	
٢٦	٢٣٠ر٨	١١٥ر٤	
٢٨	٢١٤ر٢	١٠٧ر١	
٣٠	٢٠٠	١٠٠ر—	
٣٢	١٨٧ر٥	٩٣ر٧	
٣٤	١٧٦ر٥	٨٨ر٢	
٣٦	١٦٦ر٦	٨٣ر٣	
٣٨	١٥٧ر٩	٧٨ر٩	
٤٠	١٥٠	٧٥	
٤٢	١٤٢ر٨	٧١ر٤	
٤٤	١٣٦ر٣	....	
٤٦	١٣٠ر٥	—	
٤٨	١٢٥ر—	—	
٥٠	١٢٠ر—	—	
٥٢	١١٥ر٤	—	
٥٤	١١١ر١	—	

اسئلة الباب الأول

س١ : ــ أذكر الاجزاء الرئيسية فى تركيب آلة التيار المستمر مبينا ذلك بالرسم ؟

س٢ : ــ كيف يتم التوصيل بين ملفات أقطاب المجال ؟ وضح ذلك بالرسم ؟

س٣ : ــ كيف يمكن تحديد قطبية أقطاب المجال ؟

س٤ : ــ ما هى المعلومات اللازم الحصول عليها عند اعادة لف عضو استنتاج ؟

س٥ : ــ ما هى العلاقة بين عدد جوانب الملفات / مجرى عدد المجارى عدد قضبان التوحيد أذكر المعادلة ؟

س٦ : ــ الى متى يكون الملف قطرى ــ ومتى يكون الملف و ترى ؟

س٧ : ــ وضح بالشكل الفرق بين الملف الانطباقى ــ والملف التموجى ؟

س ٨ : ــ المطلوب عمل جدول لف ــ والرسم الانفرادى لملفات عضو الاستنتاج بالبيانات الآتية : ــ

عدد المجارى ٢٠ ــ عدد الاقطاب ٤ ــ عدد جوانب الملف / مجرى = ٢ نوع الملف انطباقى بسيط ٠

س٩ : ــ ما هو الملف المقدم والملف المتقهقر ــ وضح مثال بالرسم لكل منهما فى حالة الملف الانطباقى ــ والملف التموجى ٠

س١٠ : ــ ما هى توصيلات التعادل فى آلات التيــار المستمر · وما فائدتها ؟

س١١ : ــما فائدة الفلكس فى عمليات اللحام فى الآلات الكهربية ؟

س١٢ : ــ أذكر أنواع الاربطة المستخدمة فى ربط عضو الاستنتاج ؟

س١٣ : ــ كيف يتــم الكشــف عن القصر فى المنتــج ــ الموحد ــ ملفات المجال ؟

س١٤ : ــ كيف يتم الكشــف عن التمــاس الارضى فى الموحد ــ المنتج ــ ملفات المجال ؟

س١٥ : ــ ما هو الزوام (الجرولر) وفيما يستخدم ؟

البــاب الثــانى

س١ : ـ ما هى أنواع محركات التيار المستمر ؟ وفيمــا يستخدم كل نوع ؟

س٢ : ـ وضـــح بالرســـم دائرة (محرك متوالى ـ محرك متوازى ـ محرك مركب) ؟

س٣ : ـ ما الفرق بين المحرك المركب تراكميا ـ والمحرك المركب تفاضليا (متشابه) (متباين) .

س٤ : ـ ما هى أقطاب التوحيد ؟ وما وظيفتها ؟ وكيف يتم توصيلها ؟

س٥ : ـ أذكر القاعدة المتبعة فى تطبيق أقطاب التوحيد فى حالة : ـ

(أ) المولد

(ب) المحرك .

س٦ : ـ كيف يتم الكشف عن صحة أقطاب التوحيد ؟

س٧ : ـ كيف يتم عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر ؟

س٨ : ــ كيف يتم الكشف عن الاطراف الستة فى محرك مركب ؟

س٩ : ــ ما هى المتاعب الرئيسية لمحركات التيار المستمر وكيف يمكن علاج كل منها ؟

س١٠ : ــ ما هى الاسباب التى تؤدى لحدوث شرر عند الفرش ؟

الباب الثالث

س١ : ـ اشرح نظرية تشغيل مولد تيار مستمر ؟

س ٢ : ـ وضح بالرسم المولد ذو الاثارة المنفصلة ـ (وما هى خواصه) ؟

س٣ : ـ وضح بالرسم مولد التوازى ـ (وما هى خواصه) ؟

س٤ : ـ وضح بالرسم مولد التوالى ـ (وما هى خواصه) ؟

س٥ : ـ اذكر أنواع المولدات المركبة ؟

س٦ : ـ وضح بالرسم طريقة تحويل محرك مركب لمولد مركب ؟

س٧ : ـ ما هو التنظيم فى الجهد لمولد ؟

س٨ : ـ ما هى شروط توصيل مولدات التيار المستمر على التوازى ؟

س٩ : ـ ماهى المتاعب الاساسية التى تظهر فى مولدات التيار المستمر وأسباب كل منها ؟

الباب الرابع

س ١ : ــ ما هى العلاقة بين التردد والسرعة الدورانية ؟
عدد الاقطــاب ؟

س٢ : ــ ممــــا تتركب آلة التيـــار المتغير ثلاثة الاوجه المتوافقة ؟ (المتزامنة)

س٣ : ــ كيف يمــكن بدء حركة المحركات المتزامنــة · (أذكر خطوات البدء) ؟

س٤ : ــ ما هى استعمالات المحرك المتزامن

س٥ : ــ أذكر أنواع محركات الساعات ؟

س٦ : ــ أذكر خطوات بدء حركة المحرك المتزامن ؟

س٧ : ــ وضح بالرســم طريقــة توصــيل مردوان على التوازى ؟

س٨ : ــ ما هو السنيكرو · (وما هى نظرية تشغيله) ؟

الباب الخامس

س ١ : ـ ما هو المحرك العام . (أذكر خواصه ـ واستخداماته) ؟

س٢ : ـ مما يتركب المحرك العام ؟

س٣ : ـ ما هى نظرية تشغيل المحرك العام ؟

س٤ : ـ وضح بالرسم طرق توصيل محرك عام ؟

س٥ : ـ أذكر كيفية بدء حركة محرك عام ؟

س٦ : ـ كيف يمكن تحديد التوصيل فى الاطراف عند اعادة لف محرك عام ؟

س٧ : ـ ما هو المحرك المعوض ذو المجال الموزع . (وفيما يستخدم) ؟

س٨ : ـ ما هى طرق تنظيم سرعة المحرك العام ؟

س ٩ ـ ما هى متاعب المحرك العام . (وأسباب كل منها) ؟

س ١٠ : ـ وضح بالرسم تركيب محرك ذو قطب مظلل ؟

س ١١ : ـ كيف يمكن عكس اتجـــاه دوران محرك ذو قطب مظلل ؟

س ١٢ : ـ اذكر أنــواع المحركات التى تســـتخدم فى المراوح الارضية ٭

الباب السادس

س ١ : ــ ما هى أهم المخاطر الرئيسية على أرضية الورش؟

س٢ : ــ ما هى تعليمات الامان فى ورش اللف ؟

س٣ : ــ اذكر تعليمات الامان فى عمليات اللحام ؟

س٤ : ــ اذكر التعليمات الواجب مراعاتها فى عمليات التشريب .

س٥ : ــ ما أسباب الحوادث فى التركيبات الكهربية ؟

س٦ : ــ مما تحدث الصدمة الكهربية وكيف يمكن حماية العمال منها ؟

المصـطلحات الفنية

A

Alternating Current	تيار متغير
Auto transformer	محول ذاتى
Alternators (a.c generator)	مرددات
Ammeter	أميتر
Amortisseur winding	ملف اخماد
Armature	عضو استنتاج أو منتج
Armature Construction	تركيب المنتج
Armature repair	اصلاح المنتج
Armature testing	اختبار المنتج
Armature winding	ملفات الاستنتاج

B

Baking and varnishiny	الورنشة والتحميص
Balancing	توازن
Banding	رباط
Barrier	حاجز او ساتر
Base	قاعدة
Bearing troubles	أعطال كراسى التحميل
Bridge rectifier	قنطرة توحيد
Brush holders	حامل الفرش

C

Capacitor motor	محرك المكثف
Capacitor start	مكثف بدء

Centrifugal. Switch	مفتاح طرد مركزى
Commutator	عضو توحيد ـ أو موحد
Compass test	اختبار البوصلة
Compensating winding	ملفات التعويض
Compound generatur	مولد مركب
Compound motor	محرك مركب
Connections	توصيلات
Compound Comulative. M.	محرك مركب متشابه تراكمى
Comulative	تراكمى أو متشابه
Comp. Long-Shunt. Comu'ative. M.	محرك مركب تراكمى طويل
Comp. Long-Shunt. differential. M.	محرك مركب تراكمى قصير
Comp. Short- Shunt. Comulative. M	محرك مركب تراكمى قصير
Comp - Short - Shunt. differential. M.	مركب مركب تفاضلى قصير
Connecting field coils,	توصيل ملفات المجال
Consequent. pole	أقطاب متابعة
Controllers	متحكمات

D

Desiyn	تصميم
Diod	حمام ثنائى
Direct Carrent	تيار مستمر
D.C. generator	مولد تيار مستمر
D.C. Motor	محرك تيار مستمر
Duplex winding	ملف ثنائى (مزدوج)

E

Electrical. degree	درجة كهربية
Electronic Control	تحكم الكترونى
Equalizer. Connections	وصلات التعادل
Exciter	آلة انارة
Excitation	انارة أو تغذية

F

Fan motors	محركات المراوح
Field Coils	ملفات المجال
Frame	اطار أو هيكل

G

Ground test	اختبار التماس الأرضى
Growler	الجرولر أو الزمام

H

Hand winding	اللف اليدوى
High speed	السرعة العالية

I

Induction motor	محرك حثى (تأثيرى)
Insulation	العازل
Inter poles	أقطاب التوحيد

L

Lammated core	قلب من الشرائح
Lamination	شرائح
Lap. winding	لف انطباقى

Loop winding	اللف بالخيات
Lead	طرف مرن

M

Magnetic field	مجال مغناطيسى
Magnetic flux	فيض مغناطيسى
Mechanical balance	اتزان ميكانيكى
Mica V rings	حلقات ميكا على شكل V
Motor control	التحكم في المحرك
Motor troubles	اعطال المحرك

N

Name plate data	لوحة التسمية
Neutral point	نقطة التعادل

O

Open circuils	(دائرة مفتوحة) فتح فى الدوائر
Overload	زيادة الحمل
Overload relay	متمم زيادة الحمل

P

Parallel connections	توصيلات التوازى
Paralleling, alternators	مرددات على التوازى
Pole pitch	خطوة قطب
Polarity	قطبية
Polyphuse	متعدد الأولة
Power factor	معامل القدرة
Progressive winding	لف متقدم
Push botton station	مفاتيح (بدء ــ ايقاف)

R

Rectifier	موحد
Retrogressive winding	لف متقهقر
Reversing rotation	عكس اتجاه الدوران
Rotating - magnetic Rield	مجال مغناطيسى دوار
Rotor	عضو دوار

S

Self- excited. generator	مولد تغذية ذاتية
Seperately - excitad G	مولد تغذية منفصلة
Series Motor	محرك توالى
Series generator	مولد توالى
Shacled pole.	قطب مظلل
Shaded pole. Motor	محرك ذو قطب مظلل
Shaded coil	ملف مظلل
Short circuits	دائرة مقصورة
Split phase. Motor	محرك ذو وجه مشطور
Squirrel Cage Motor	محرك مقص سنجابى
Stator.	العضو الثابت
Synchronizing alternators	مرددات متزامنة
Synchronous - Motors	محركات متزامنة
Synchros	السنيكرو
Receivor	مستقبل

T

Three phase Motor	محرك ثلاث أوجه
Two speed Motor	محرك ذو سرعتين
Triplex winding	لف ثلاثى

U

Universal Motors — المحركات العامة

V

Voltage regulatien — تنظيم الجهد

W

Wave windiny — لف تموجى

Wire Siz — مقاس السلك

Y

Y. Conneetion — توصيلة نجمة

Ref : . .

1 — Quections and answers. Electric Motors, By A. J. Coker.

2 — Electrical Technology. Ey H. Cotton.

3 — Electrical. Machinery. By Clifford C. Carr .

4 — Electrical. Machin Winder. By N. Vinogradov.

5 — Electric Motor Repair. Robut Rosenberg. Second Edition.

6 — Audels New Electric Library Vol. IV.

7 — التنظيم الصناعى وادارة الانتاج
تأليف الدكتور عبد الغفور يونس

8 — كتيبات شركة الكابلات الكهربائية المصرية
(الأسلاك والكابلات الكهربائية)

الفهـــــرس

الموضـــــوع **رقم الصفحة**

الموضـــوع | رقم الصفحة

الموضـــوع | رقم الصفحة

البـاب الرابـع

الآلات المتزامنة ثلاثية الأوجه

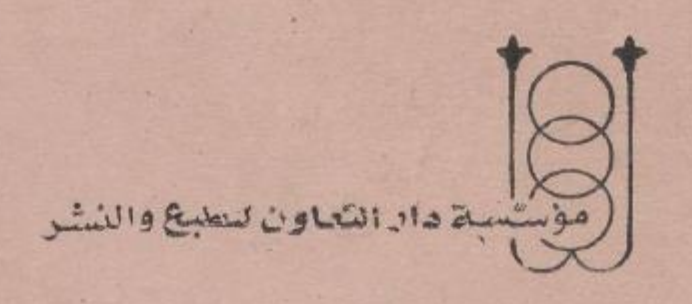
الموضـــوع	رقم الصفحة

الموضـــوع | رقم الصفحة

الباب السادس

رقم الايداع ـ ٧٨٣ / ١٩٨٦

مؤسسة دار التعاون للطبع والنشر


مؤسسة دار التعاون للطبع والنشر